

## Mindestabstände von Tierhaltungsanlagen

### Empfehlungen für neue und bestehende Betriebe

Benno Richner, Arbeitsgemeinschaft Beratender Agronomen (AGBA), CH-6030 Ebikon

Alfons Schmidlin, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik (FAT), CH-8356 Tänikon

Infolge zunehmender Sensibilisierung der Bevölkerung sowie dichter Bauweise haben sich Behörden und Gerichte vermehrt mit Klagen über Geruchsemissionen aus der Landwirtschaft zu befassen. Baubehörden sehen sich vor allem bei Einsprachen gegen geplante Neu- und Umbauten für die Tierhaltung mit diesen Problemen konfrontiert. Mit Hilfe der Empfehlungen können die auftretenden Fragen betreffend Geruchsemissionen weitgehend beantwortet und allfällig notwendige Auflagen für bestehende und zukünftige Anlagen getroffen werden. Mit der Überarbeitung des FAT-Berichtes

350 «Empfehlungen für Mindestabstände von Tierhaltungsbetrieben» wurde das Papier aktualisiert und mit einigen wichtigen Ergänzungen versehen. Neben kleineren Korrekturen sind als wesentliche Änderungen folgende Punkte zu beachten:

- Rinder, Pferde, Schafe und Ziegen werden ebenfalls zu Geruchsbelastungsfaktoren umgerechnet. Dadurch lassen sich Betriebe mit unterschiedlichen Tierkategorien besser beurteilen.
- Eine Berechnungsart für Betriebe mit verschiedenen, sich gegenseitig

beeinflussenden Stallgebäuden wurde eingefügt.

- Zu Zonen in denen mässig störende Betriebe zugelassen sind, wird der Mindestabstand um 30% reduziert. Das betrifft Wohn-Gewerbe-zonen, Dorfzonen, Kernzonen, Weilerzonen usw.



Abb. 1. Die Abluft aus Tierhaltungsanlagen kann zu Geruchsbelästigungen führen. Durch geeignete Massnahmen (Stallsystem, Lüftung, Fütterung, Abstände) kann diese Belästigung auf ein vertretbares Mass reduziert werden.

Inhalt	Seite
1. Rechtslage	2
2. Mindestabstandsregelung	2
2.1 Berechnung des Mindestabstandes	3
2.2 Bemessung der Abstände	5
2.3 Abstand zu bewohnten Zonen mit Gewerbe	6
3. Beurteilung von Geruchsbelästigungen	6
3.1 Beurteilung anhand von Umfragen	7
4. Sachverständige und Hilfsmittel	7
<b>Anhang</b>	
1. Fallbeispiele zur Beurteilung von Tierhaltungsbetrieben	8
2. Beispiele von Mindestabstandsberechnungen	9
3. Geruchsminderungsverfahren	11
3.1 Abluftlenkung und -verteilung	11
3.2 Emissionsminderung	14
<b>Begriffe und Abkürzungen</b>	<b>16</b>
<b>Literatur</b>	<b>16</b>

## 1. Rechtslage

Das Umweltschutzgesetz (USG) und die gestützt darauf erlassene Luftreinhalte-Verordnung (LRV) haben zum Ziel, **die Menschen vor schädlichen oder lästigen Luftverunreinigungen** und damit auch vor erheblich störenden, übermässigen Geruchsbelästigungen zu schützen (Art. 1 Abs. 1, Art. 7 Abs. 3 USG und Art. 1 Abs. 1 LRV). Um dieses Ziel zu erreichen, werden Luftverunreinigungen durch **Massnahmen an der Quelle nach einem zweistufigen System** begrenzt (Emissionsbegrenzungen, Art. 11 Abs. 1 USG). In der **ersten Stufe** sind die Emissionen unabhängig von der bestehenden Umweltbelastung vorsorglich so weit zu begrenzen, als dies technisch und betrieblich möglich sowie wirtschaftlich tragbar ist (Art. 11 Abs. 2 USG). Die Emissionsbegrenzungen werden in der **zweiten Stufe** verschärft, wenn feststeht oder zu erwarten ist, dass die Einwirkungen unter Berücksichtigung der bestehenden Umweltbelastung schädlich oder lästig (übermässig) werden (Art. 11 Abs. 3 USG). Anlagen, die diesen Vorschriften nicht genügen, müssen saniert werden (Art. 16 USG). Die Luftreinhalte-Verordnung (LRV) konkretisiert diese Vorschriften. Danach müssen neue und bestehende Anlagen so erstellt und betrieben werden, dass sie die in Anhang 1 LRV festgelegten vorsorglichen Emissionsbegrenzungen einhalten (Art. 3 und 7 LRV). Für die in Anhang 2 LRV genannten besonderen Anlagentypen gelten ergänzende oder abweichende Anforderungen (Art. 3 Abs. 2 LRV). Der Bundesrat hat ferner mit Anhang 7 LRV zur Beurteilung der Übermässigkeit Immissionsgrenzwerte festgelegt und in Artikel 2 Absatz 5 LRV Kriterien aufgestellt, aufgrund derer die Übermässigkeit festzulegen ist, wenn konkrete Immissionsgrenzwerte fehlen. Für die Beurteilung von Tierhaltungsanlagen ergibt sich aufgrund dieser Regelung:

### 1.1 Vorsorge (erste Stufe)

Bei **sämtlichen Tierhaltungsanlagen**, unabhängig von ihrer Grösse und der gehaltenen Tierart, ist die Vollzugs-

behörde verpflichtet, sämtliche technisch und betrieblich möglichen und wirtschaftlich tragbaren Emissionsbegrenzungen anzuordnen. Neue und bestehende Tierhaltungsanlagen müssen dabei insbesondere so ausgerüstet und betrieben werden, dass sie die Bestimmungen von Anhang 1 LRV einhalten. Massgebend ist dabei vor allem der Emissionsgrenzwert für Ammoniak und Schwefelwasserstoff (Anh. 1 Ziff. 6 LRV).

Für die Anlagen der **bäuerlichen Tierhaltung und der Intensivtierhaltung** gelten ergänzend die besonderen Vorschriften von Anhang 2 Ziffer 51 LRV (Art. 3 Abs. 2 Bst. a LRV), wobei zwischen der Errichtung von Anlagen und bestehenden Anlagen unterschieden wird:

Bei der **Errichtung** von Anlagen sind die nach den anerkannten Regeln der Tierhaltung erforderlichen Mindestabstände zu bewohnten Zonen einzuhalten (Anh. 2 Ziff. 512 LRV). Die vorliegende Empfehlung dient zur Bestimmung dieses Mindestabstands. Sie ersetzt diejenige vom Oktober 1988. Als Errichtung einer Anlage gilt auch der Umbau, die Erweiterung oder Instandstellung bestehender Anlagen, wenn dadurch höhere oder andere Emissionen zu erwarten sind oder mehr als die Hälfte der Kosten aufgewendet wird, die eine neue Anlage verursachen würde (Art. 2 Abs. 4 LRV). Die Mindestabstände dürfen nicht unterschritten werden. Wenn die geruchsintensive Abluft gereinigt wird, reduzieren sich die Mindestabstände.

Für **den Betrieb bestehender** und zusätzlich auch für die Einrichtung neuer Anlagen verlangt Anhang 2 Ziffer 513 LRV, dass die Lüftungsanlagen den anerkannten Regeln der Lüftungstechnik entsprechen müssen (vgl. Art. 6 Abs. 1 LRV).

**Bestehende Tierhaltungsanlagen**, die Anhang 1 oder Anhang 2 Ziffer 513 nicht genügen, müssen innert einer angemessenen Frist saniert werden. Diese Frist ist im Rahmen von Artikel 10 LRV von der Vollzugsbehörde festzusetzen, wobei diese auf Gesuch hin Erleichterungen gewähren kann (Art. 11 LRV).

### 1.2 Verschärfte Emissionsbegrenzungen (zweite Stufe)

Ist bei der Errichtung neuer Tierhaltungsanlagen zu erwarten oder steht aufgrund des Betriebs bestehender Anlagen trotz der Anordnung aller vorsorglichen Massnahmen fest, dass übermässige Geruchseinwirkungen auftreten, ist die Vollzugsbehörde verpflichtet, verschärfte Emissionsbegrenzungen anzuordnen, so dass die Geruchseinwirkungen nicht übermässig, beziehungsweise übermässige Geruchseinwirkungen beseitigt werden. Diese Vorschrift gilt für sämtliche Anlagen, unabhängig von ihrer Grösse und der gehaltenen Tierart.

Übermässig sind Geruchsimmissionen dann, wenn aufgrund einer Erhebung feststeht, dass sie einen wesentlichen Teil der Bevölkerung in ihrem Wohlbefinden erheblich stören (Art. 2 Abs. 5 Bst. b LRV). Das Mass der Unterschreitung des nach der vorliegenden Empfehlung ermittelten vorsorglichen Mindestabstands ist dabei ein Hinweis für das Vorliegen einer erheblichen Störung.

Verschärfte Emissionsbegrenzungen können als bauliche oder betriebliche Vorschriften angeordnet werden. Baulich stehen zum Beispiel Massnahmen an der Gebäudehülle, an der Entlüftung und der Abluftreinigung im Vordergrund; betrieblich können zum Beispiel andere Aufstallungsformen oder Höchstbestände angeordnet werden. Die verschärfte Emissionsbegrenzung werden bei bestehenden Anlagen durch eine Sanierungsverfügung angeordnet (Art. 9 LRV). Dabei sind die Fristen gegenüber der Sanierung im Rahmen der Vorsorge zu verkürzen (Art. 10 LRV).

## 2. Mindestabstandsregelung

Es ist noch nicht möglich, für Geruchsstoffe aus der Tierhaltung Emissions- oder Immissionsgrenzwerte anzugeben. Für diese Empfehlung wurde deshalb auf der Grundlage von betrieblichen Merkmalen eine Abstandsregelung entwickelt, die auf Geruchsschwellenwerte von deutschen Praxiserhebungen aufbaut.

Wo systematische Erhebungen noch nicht vorliegen, wurden die Hauptfaktoren für die Emissionen empirisch ermittelt. Dies gilt für die Rinder-, Pferde-, Schaf-, Ziegen- und Kaninchenhaltung.

Die Mindestabstandsregelung berücksichtigt den derzeitigen Stand der Technik in der Tierhaltung. Der empfohlene Mindestabstand liegt jeweils rund 30 bis 90% über der Geruchsschwellenentfernung (= Entfernung, in welcher die Qualität des Geruches in 50% der Darbietungen erkannt wird [«es riecht nach ...»]) bei zirkulärer, gleichmässiger Geruchsausbreitung.

## 2.1 Berechnung des Mindestabstandes

Der Mindestabstand wird in einem dreistufigen Verfahren berechnet:

1. Bestimmen der Geruchsbelastung (GB) nach Tierart (Tab. 1 und Formel 1).
2. Berechnen des Normabstandes (N) aus Geruchsbelastung nach Formel 2 oder gemäss Abbildung 2.
3. Berechnen des Mindestabstandes (MA) durch Korrektur des Normabstandes mit Einflussfaktoren des Haltungssystems, der Lüftung und des Standortes (Tab. 2 und Formel 3).

### Geruchsbelastung (GB) nach Tierart

Die Geruchsbelastung (GB) durch eine Tierart errechnet sich aus der Anzahl Tiere (Z) mal den Geruchsbelastungsfaktor (fg) für die entsprechende Tierart (i) (Tabelle 1).

Bei verschiedenen Tiergruppen derselben Tierart (zum Beispiel Mastschweine und Muttersauen) und verschiedenen Tierarten sind die ermittelten GB-Werte zu addieren:

(Formel 1)

$$GB = \sum_{i=1}^n Z_i \cdot fg_i$$

Beispiel: Es werden 100 Mastschweine à 25–100 kg und 3000 Masthühner gehalten. Die Geruchsbelastung errechnet sich folgendermassen:  $(100 \times 0,20) + (3000 \times 0,007) = 41$ . Die gesamte Geruchsbelastung (GB) beträgt 41 Einheiten.

Tabelle 1. Geruchsbelastungsfaktoren (fg)

Tierart (i), Tiergruppe	Tiereinheit	fg
Kälber, Rinder, Kühe, Pferde	GVE	0,15*
Schafe - geschlechtsreife männliche Tiere - weibliche und Jungtiere	Tier Tier	0,2* 0,08*
Ziegen - geschlechtsreife männliche Tiere - weibliche und Jungtiere	Tier Tier	0,3* 0,1*
*Bei Aufenthalt im Freien kann der "fg" im Verhältnis zur Aufenthaltsdauer im Freien bis zu 50% reduziert werden. Beispiele: 60 Tage Halbtagesweide keine Reduktion Mehr als 60 Tage Ganztagesweide 25% Reduktion Mehr als 60 Tage Tag- und Nachtweide 50% Reduktion Alpung 50% Reduktion		
Schweine - Vormast und Aufzucht 25 - 60 kg - Vor-, Endmast und Aufzucht 25 - 110 kg - Endmast und Aufzucht 60 - 110 kg - Galt-sauen, tragende Sauen, Eber - Muttersauen mit Ferkel	Tier Tier Tier Tier Tier	0,15 0,20 0,25 0,30 0,35
Geflügel - Hühner, Aufzucht oder Mast - Legehennen, Elterntiere, Trutenaufzucht - Truteneltern-tiere, Trutenmast	Tier Tier Tier	0,007 0,010 0,015
Mastkälber (ab 10 Tiere) - Mastkälber bis 100 kg (bis 2,5 Monate) - Mastkälber über 100 kg (über 2,5 Monate)	Tier Tier	0,20 0,25
Kaninchen	Tier	0,005

### Normabstand (N) nach Geruchsbelastung

Aus der Geruchsbelastung (GB) wird der Normabstand (N) bestimmt, entweder durch Ablesen aus der Abbildung 2 oder nach der Formel 2:

(Formel 2)

$$N = 43 \cdot \ln(GB) - 40$$

Diese schematische Abstandsberechnung gilt erst ab einer Geruchsbelastung von 4 GB.

### Mindestabstand

Zur Bewertung der betrieblichen, baulichen und Standortfaktoren, welche die Geruchsbildung und Verteilung beeinflussen, werden die in Tabelle 2 abgebildeten Faktoren «fk» herangezogen.

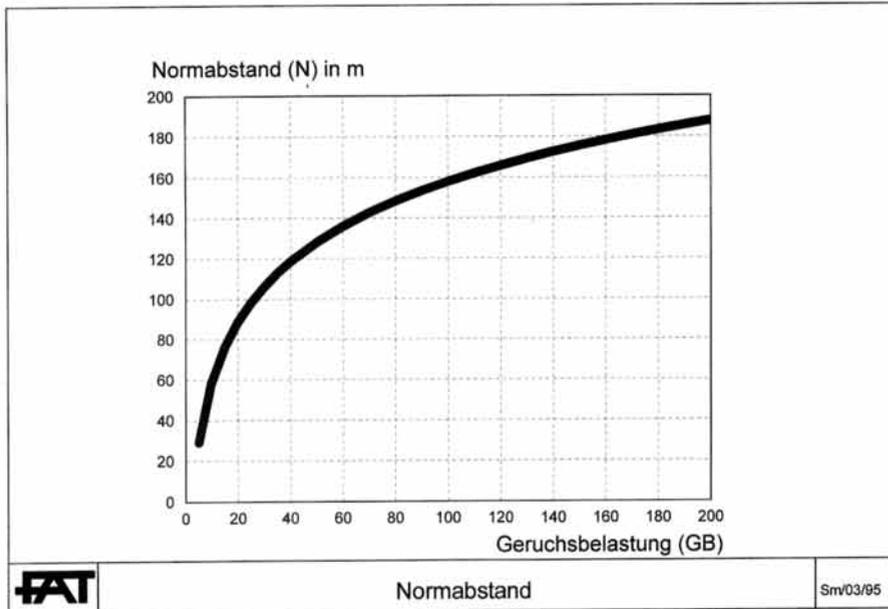


Abb. 2. Normabstand in Abhängigkeit der Geruchsbelastung von 4 bis 200 GB.

**Bemerkungen zu den Korrekturfaktoren (fk)**

**Punkt 7: Lüftung**

Mit der Lüftung wird der Geruchsstrom gelenkt. Je nach Situation kann eine vorverdünnende oder eine wegweisende Lüftung angebracht sein. Eine Vorverdünnung wird zum Beispiel über eine seitliche Abluftführung gegen die Windrichtung erreicht. Beim Um- oder Überströmen des Stallgebäudes wird die Abluft verwirbelt und damit verdünnt. Wegweisende Lüftungen sind Kaminlüftungen mit einem ungehinderten senkrechten Abluftausstoss.

Die Anwendung von Korrekturfaktoren bei der Mindestabstandsrechnung bzw. die Wahl der Lüftungsart ist deshalb situationsgemäss vorzunehmen.

**Punkt 8: Geruchsreduzierung im Bereich der Stallabluft**

Die Reinigungsanlage muss sorgfältig unterhalten und gewartet werden, damit die Geruchsminde- rung dauerhaft gewährleistet bleibt.

Die Berechnung des Mindestabstandes (MA) erfolgt durch die Multiplikation des Normabstandes (N) mit den Korrekturfaktoren (fk1 bis fk9):

(Formel 3)

$$MA = N \cdot fk_1 \cdot fk_2 \cdot \dots \cdot fk_9$$

Beispiel: Die 5000 Masthühner ergeben nach Tabelle 1 eine Geruchsbelastung von 35 GB und nach der Formel 2 einen Normabstand (N) von 113 m. Zur Berechnung des Mindestabstandes (MA) müssen die Korrekturfaktoren fk herangezogen werden.

Korrekturfaktoren im Beispiel:  
 Geländeform: eben, 1,0  
 Höhenlage: 1100 m über Meer, 0,8  
 Entmistungssystem:  
 Kot mit Einstreu, 1,0  
 Hofdüngerproduktion: Festmist, 0,9  
 Sauberkeit: gut, 1,0

Tabelle 2. Korrekturfaktoren fk für Standort, Anlage und Betrieb

Kriterium	fk
<b>1. Geländeform</b> Betrieb liegt: - in relativ ebenem Terrain - am Hang oder am Rande eines Hanges oder in engem Tal oder in Talkessel	1,0 1,2
<b>2. Höhenlage</b> Betrieb liegt: - unter 600 m ü.M. - zwischen 600 und 1000 m ü.M. - über 1000 m ü.M.	1,0 0,9 0,8
<b>3. Aufstallungs-Entmistungssystem</b> - Rindvieh, Pferde, Ziegen, Schafe - Offenfrontstall <sup>1</sup> , Kaltstall <sup>2</sup> , Freilauf (keine Zwangsentlüftung): - Schweine/Mastkälber: ohne StrohfILTER <sup>3</sup> mit StrohfILTER <sup>3</sup> - Geflügel: Freilauf, Tiere oft draussen - Geschlossener Stall - Schweine/Mastkälber - Geflügel	1,0 0,8 0,5 0,8 1,0 1,0
<b>4. Hofdüngerproduktion</b> - Vorwiegend Festmist - Vorwiegend Flüssigmist - mit Umspülsystem oder Lagerung in offenem Behälter - ohne Umspülsystem und mit Lagerung in geschlossenem Behälter	0,9 1,1 1,0
<b>5. Sauberkeit</b> (Tier, Stall, Futterzubereitung, -lagerung) - gut bis zufriedenstellend - mangelhaft bis schlecht	1,0 1,2
<b>6. Fütterung</b> - Getreide jeder Art, Kartoffeln, Gras, Milch, usw. - Schotte über 20% der Futtermenge (in TS <sup>4</sup> ) - Küchenabfälle über 20% der Futtermenge (in TS <sup>4</sup> ) - Kadaver, Schlachtabfälle	1,0 1,2 1,3 1,5

(Fortsetzung der Tabelle 2)

<p><b>7. Lüftung</b> (siehe spezielle Bemerkungen)                      H = Abluftaustrittshöhe (Abluftkaminhöhe)                      Q = Quellhöhe im Winter                      (Q = Abluftkaminhöhe + Überhöhung<sup>5</sup> = H+h basierend auf Volumenstrom)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lüftung seitlich oder über Kamine mit "Hut"</li> <li>- keine Schutzobjekte wie Wohnbauten im Nahbereich</li> <li>- Schutzobjekte im Nahbereich (Ablufführung nicht gegen Schutzobjekte)</li> <li>- Grossflächiger bodennaher Luftaustritt: zum Beispiel beim Biofilter oder beim Offenfrontstall</li> <li>- Kaminlüftung senkrecht über Dach*</li> <li>- H &gt; 1,5 m und Q 3 m über höchstem Dachpunkt von Gebäuden in 30 m Umkreis, H &gt; 10 m</li> <li>- H &lt; 1,5 m und Q &lt; 3 m über höchstem Dachpunkt, H &lt; 10 m</li> </ul>	<p>1,0</p> <p>1,2</p> <p>1,0</p> <p>0,8</p> <p>1,0</p>
<p><b>8. Geruchsreduzierung im Bereich der Stallabluft</b>                      Korrekturfaktor = 1-[(Wirkungsgrad in % - 10) / 100]                      Mindestwert = 0,1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- keine Geruchsreduzierung</li> <li>- Biowäscher<sup>6</sup> bei 80% Wirkungsgrad</li> <li>- Biofilter<sup>6</sup> bei 90% Wirkungsgrad</li> <li>- übrige Geruchsreduzierungsverfahren nach Wirkungsgrad</li> </ul>	<p>1,0</p> <p>0,3</p> <p>0,2</p> <p>.....</p>
<p><b>9. Geruchsreduzierung bei der Flüssigmistlagerung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Keine</li> <li>- Güllebelüftung<sup>6</sup>, Biogasanlage<sup>6</sup></li> </ul>	<p>1,0</p> <p>0,9</p>

des Stallgebäudes. Der Kreisradius entspricht dem Mindestabstand. Als Emissionspunkt einzeln stehender Stallgebäude bis maximal 100 m Länge gelten:

- Für einen Stall auf einem Areal mit weiteren Gebäuden in einem Abstand von weniger als 50 m die nächstgelegenen Austrittsöffnungen der Abluft.
- In den übrigen Fällen der Stallmittelpunkt (Schnittpunkt der Stallgrundflächendiagonalen).

### Abstand von Anlagen mit mehreren Stallgebäuden

Die äusseren Anlageteile bestimmen die Abstände zu bewohnten Zonen oder Wohnbauten bei mehreren Gebäuden (oder auch bei getrennt zu berechnenden Anlageteilen). Dabei werden die Emissionen der inneren Anlageteile nach Formel 4 gewichtet. Für den Fall, in welchem der Ausdruck «MA<sub>i</sub> + 40 - r<sub>ij</sub>» negativ ist, das heisst wenn der um 40 m erweiterte Mindestabstandskreis der anlageinneren Quelle den Emissionspunkt des betrachteten Aussenalles nicht erreicht, kann die Geruchswirkung der anlageinneren Quelle in Richtung Aussenstall vernachlässigt werden.

Fütterung: Getreide, 1,0  
 Lüftung: seitlicher Luftaustritt, 1,2  
 Geruchsreduzierung  
 Stallabluft: keine, 1,0  
 Flüssigmist: keine, 1,0

Mindestabstand (MA) = 113 × 1,0 × 0,8 × 1,0 × 0,9 × 1,0 × 1,0 × 1,2 × 1,0 × 1,0 = 97,6 m.

Der Mindestabstand zu bewohnten Zonen beträgt demnach rund 98 m.

## 2.2 Bemessung der Abstände

Mindestabstände sind vom Emissionspunkt der Stallgebäude an zu messen.

### Abstand von einem einzelnen Stallgebäude

Die Mindestabstandskurve entspricht einem Kreis um den Emissionspunkt

(Formel 4)

**Für den relativen Mindestabstand MA<sub>rel,i</sub> der äusseren Gebäude<sub>i</sub> gilt:**

$$MA_{rel,i} = 43 \cdot \ln(GB_{rel,i}) - 40$$

mit

$$GB_{rel,i} = \sum_{j=1}^n GB_{rel,ij}$$

Summe der gewichteten Geruchsbelastungen aller Gebäude

$$GB_{rel,ij} = e^{(MA_i + 40 - r_{ij}) / 43}$$

Gewichtete Geruchsbelastungen des einzelnen Gebäudes

$$MA_i = N_j \cdot fk_{j1} \cdot fk_{j2} \cdot \dots \cdot fk_j$$

Mindestabstand des einzelnen Gebäudes

$$N_j = 43 \cdot \ln(GB_j) - 40$$

Normabstand des einzelnen Gebäudes

$$fk_{j1-9} = fk_{j1}, fk_{j2}, \dots, fk_{j9}$$

Korrekturfaktoren 1–9 für Gebäude<sub>j</sub>

$$r_{ij} = 0 \text{ für } i = j$$

Entfernung in Meter zwischen den Emissionsmittelpunkten eines Aussengebäudes<sub>i</sub> und eines anlageinneren Gebäudes<sub>j</sub>

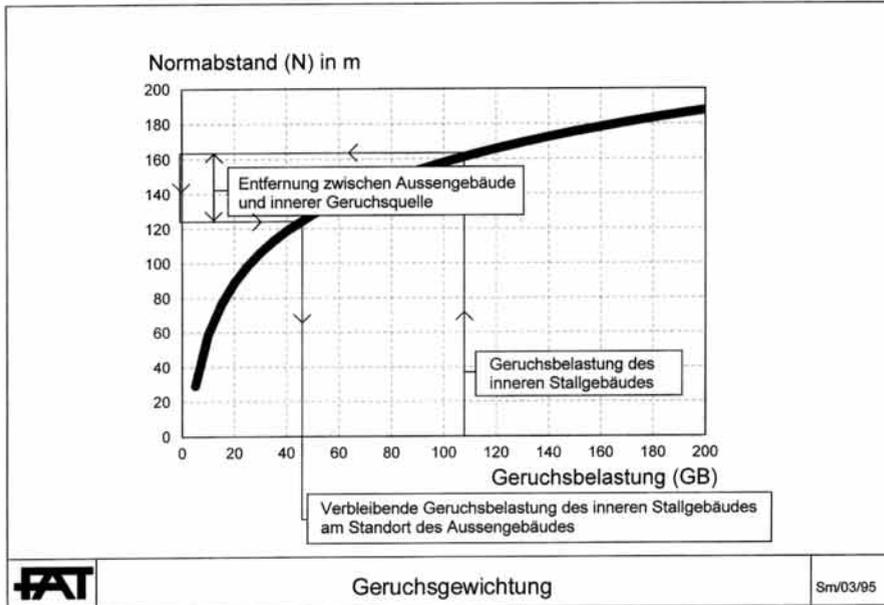


Abb. 3. Prinzip der Emissionsgewichtung, wenn zwei Ställe sich gegenseitig beeinflussen.

Die Mindestabstandskurve der gesamten Anlage bildet eine Hüllkurve um die korrigierten Abstandskreise der einzelnen Aussengebäude. (Abb. 3) Beispiele für die Mindestabstandberechnung von Anlagen mit mehreren Gebäuden sind im Anhang, Abschnitt 2, aufgeführt.

### Sonderfälle

#### Geruchsbelastung unter 4 GB

Die schematische Mindestabstandsregelung nach den Formeln 1 bis 4 gilt ab einer Geruchsbelastung von 4 GB. Der Mindestabstand bei 4 GB ist in der Regel auch bei niedrigeren Geruchsbelastungen einzuhalten. Es liegt aber im Ermessen der Behörde, einen kleineren Mindestabstand zuzulassen.

#### Berücksichtigung von Windeinflüssen

Bei der Berechnung von Mindestabständen werden die Häufigkeiten von Windrichtungen nicht mit einbezogen. Mit einer Sonderbeurteilung wird dies bei Bedarf ergänzt. Anwohner können Hinweise auf häufig auftretende Windrichtungen geben. Diese sind mit einer Standortanalyse und/oder Windmessungen von Wetter-

stationen der Schweizerischen Meteorologischen Anstalt (SMA) zu verifizieren. Aus der Windhäufigkeitsverteilung kann hervorgehen, dass Wohnhäuser, die innerhalb des Mindestabstandes liegen

- nicht oder nur sporadisch von Geruchsmissionen betroffen werden, weil der Wind nur sehr selten aus der Richtung des betreffenden Stalles weht (nebensächliche Windrichtung),
- häufig von Geruchsmissionen betroffen werden, weil der Wind häufig aus der Richtung des Stalles weht (Hauptwindrichtung).

Bei besonderen Windverhältnissen, die sich auf meteorologische Messungen oder eine fachliche Standortbeurteilung abstützen, muss der vorläufig errechnete Mindestabstand entsprechend der Sonderbeurteilung angepasst werden.

#### Geruchsstau im umbauten Raum

Im umbauten Raum kann eine freie zirkuläre Geruchsausbreitung, auf welcher die Mindestabstandsregelung aufbaut, gestört sein. Ein möglicher Geruchsstau ist die Folge. Deshalb wird im umbauten Raum mit weniger als 50 Meter Abstand zwischen der Tieranlage und dem nächstgelegenen Gebäude der bestehende Sicherheitszuschlag gemäss Abschnitt 3 zusätzlich erhöht durch die Verlagerung des

Emissionspunktes vom Stallmittelpunkt an die den benachbarten Wohnbauten nächstgelegenen Austrittsöffnungen der Stallabluft.

### 2.3 Abstand zu bewohnten Zonen mit Gewerbe

Gegenüber reinen Wohnzonen ist der Mindestabstand nach Formel 1 bis 4 einzuhalten. Bewohnten Zonen, welche nebst der Wohnnutzung mässig störende Gewerbebetriebe zulassen, ist ein höheres Mass an Geruchsmissionen zumutbar. Gegenüber diesen Gebieten kann in der Regel auf den minimalen Sicherheitszuschlag von 30% gemäss Abschnitt 2 verzichtet werden, das heisst 70% des Mindestabstandes nach Formel 1 bis 4 sind einzuhalten.

In ländlichen, vorwiegend von der Landwirtschaft geprägten Dörfern kann die Behörde bei bestehenden Anlagen Erleichterungen nach Art. 11 LRV, das heisst eine Unterschreitung des zonenkonformen Mindestabstandes gewähren.

### 3. Beurteilung von Geruchsbelästigungen

Immissionen dürfen nach dem Umweltschutzgesetz nicht übermässig sein. Geruchsmissionen sind dann als übermässig zu betrachten, wenn auf Grund einer Erhebung feststeht, dass sie einen **wesentlichen** Teil der Bevölkerung **erheblich** stören (Art. 2.5b LRV).

Als wesentlicher Teil der Bevölkerung wird im Grundlagenbericht des BUWAL (Schriftenreihe Umweltschutz, Nr. 115) definiert, wenn sich mehr als 25% der Bevölkerung eines Beurteilungsgebietes erheblich gestört fühlen. Erheblich bedeutet nach dem Grundlagenbericht  $\geq 8$  auf der 10-stufigen hedonischen Geruchsskala. Eine Erhebung ist erst ab 20 Befragten aussagekräftig. Abschnitt 3.1 enthält das Vorgehen bei der Erhebung.

Anstelle der Umfrage oder zur Überprüfung der Umfrageergebnisse kann eine Beurteilung der Geruchsfahne durch Probanden erfolgen, wie sie das

Institut für Hygiene und Arbeitsphysiologie der ETH Zürich praktiziert.

Weiter ist auch eine Ausbreitungsrechnung nach einem Ausbreitungsmodell möglich. Dieses stellt allerdings auf aussagekräftige meteorologische Daten ab, die vielfach für die relevanten bodennahen und kleinräumigen Strömungs- und Windverhältnisse nicht vorliegen.

Probandenbegehungen oder Ausbreitungsrechnungen stellen insgesamt aufwendige Verfahren dar, deren Verhältnismässigkeit eher bei industriellen Anlagen gegeben ist. Im Falle von Klagen ist deshalb zur Immissionsbeurteilung immer zuerst eine Mindestabstandsberechnung zu empfehlen. Auch für Fälle, in welchen die Mindestabstandsregelung nicht gilt, wie in Landwirtschafts- oder Industriezonen, kann zur Beurteilung übermässiger Immissionen nach Art. 2 Absatz 5 LRV die Mindestabstandsberechnung herangezogen werden. Übermässige Immissionen im Sinne von Art. 2 Abs. 5 der LRV können erwartet werden, wenn der halbe Mindestabstand unterschritten wird.

Ist der Mindestabstand aber eingehalten, und wird auch in einer allfälligen Sonderbeurteilung (Abschnitt 2.2.3) der Abstand von der Tierhaltungsanlage zu den Schutzobjekten als genügend erachtet, aber trotzdem Geruchsklagen vorhanden sind, kann auf die eingangs erwähnten Verfahren

zurückgegriffen werden. Für die Verfahrensmethodik sei auf die entsprechende Literatur (VDI-Richtlinien 3782 und 3940), die ETH-Fachstelle für Hygiene und Arbeitsphysiologie und den nächsten Abschnitt hingewiesen.

### 3.1 Beurteilung anhand von Umfragen

Da sich die Lästigkeit von Geruchsimmissionen nur empirisch feststellen lässt, kann gemäss Luftreinhalte-Verordnung (Art. 2 Abs. 5 Bst. b) in solchen Situationen mit einer «Erhebung», das heisst einer Befragung am Einwirkungsort abgeklärt werden, ob die fragliche Geruchseinwirkung «einen wesentlichen Teil der Bevölkerung in ihrem Wohlbefinden erheblich» stört.

Bei der Umfrage wird in einem ersten Schritt das Umfragegebiet festgelegt. Die äusseren Grenzen des massgebenden Gebietes werden grundsätzlich durch diejenigen Anwohner bestimmt, welche von der Anlage am weitesten entfernt sind und die Gerüche noch wahrnehmen. Des weiteren können zur Festlegung des Umfragegebietes die Mindestabstände herangezogen werden. Alle erwachsenen Personen, die innerhalb dieses definierten Gebiets wohnen oder arbeiten, müssen befragt werden. Für eine aussagekräf-

tige Auswertung sind mindestens 20 Antworten nötig.

Die Auswertung der Umfrage soll den Behörden Aufschluss über die Immissionssituation geben. Das Umfrageergebnis ist eine Entscheidungsgrundlage dafür, ob über die vorsorglichen Emissionsbegrenzungen (soweit dies technisch und betrieblich möglich sowie wirtschaftlich tragbar ist) hinaus verschärfte Emissionsbegrenzungen anzuordnen sind, und wenn ja, welche Auflagen bezüglich Geruchsreduktion in welchem Zeitraum (Art. 10 LRV) der betreffende Tierhalter erfüllen muss. Da die Umfrageergebnisse emotional geprägt sein können, ist eine Standortbeurteilung unter Beizug eines Sachverständigen angezeigt.

### 4. Sachverständige und Hilfsmittel

Eine Liste der Sachverständigen und öffentlichen Anlaufstellen ist bei der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik (FAT), CH-8356 Tänikon, erhältlich. Die FAT verfügt ebenfalls über Formulare zur Berechnung des Mindestabstandes und Fragebogen für Geruchsumfragen.

# Anhang

## 1. Fallbeispiele zur Beurteilung von Tierhaltungsbetrieben

Die folgenden Fallbeispiele vermitteln Hinweise, wie Tierhaltungsbetriebe beurteilt werden können.

### Fall 1: *Neuanlage, Mindestabstand nicht eingehalten*

Eine Anlage soll neu errichtet werden. Sie kann die notwendigen Mindestabstände ohne spezielle Massnahmen gegenüber den bewohnten Zonen nicht einhalten. Auch die Sonderbeurteilung der Wind- und Strömungsverhältnisse ergibt, dass die zu erwartenden Geruchsimmissionen vom Wind meistens in die Wohnzone getragen werden, wodurch sich der berechnete Mindestabstand vergrössert.

Da nach LRV der Bau einer neuen Anlage als Errichtung gilt und bei der Errichtung von Anlagen die Mindestabstände zwingend sind, kann das Bauvorhaben nicht bewilligt werden. Eine Bewilligung käme nur in Frage, wenn die Abluft des Betriebes soweit gereinigt wird (beispielsweise mit einem Biofilter oder Biowäscher) oder wenn die Geruchsbildung an der Quelle soweit reduziert wird (z.B. durch Schweinehaltung auf Tiefstreue oder Sägemehlkompost anstelle eines Flüssigmistverfahrens), dass der Mindestabstand eingehalten werden kann.

### Fall 2: *Neuanlage in einer bewohnten Zone mit mässig störendem Gewerbe und gleichzeitig in einer landwirtschaftlich geprägten Siedlung*

In einer Dorfkernzone mit zugelassenen Gewerbebetrieben, Wohnanlagen und Landwirtschaftsbetrieben eines landwirtschaftlich geprägten Ortes ist eine neue Stallung für Rindvieh und Schweine geplant.

Zu einer bewohnten Zone mit mässig störendem Gewerbe muss der 70%ige Mindestabstand eingehalten werden. Zudem liegt der Landwirtschaftsbetrieb bereits innerhalb der bewohnten Zone, so dass der 70%ige Mindestabstand von dem Emissionspunkt der

Anlage bis zum nächstgelegenen Wohnhaus bemessen wird.

Im geschilderten Fall kann aber auch der 70%ige Mindestabstand zu den nächstgelegenen Wohnbauten nicht eingehalten werden.

Bei einer bestehenden Anlage ist es möglich, eine weitere Unterschreitung des Mindestabstandes nach Ermessen der Baubewilligungsbehörde zu gewähren, da es sich beim Dorf um eine landwirtschaftlich geprägte Siedlung handelt. Bei der Güterabwägung ist auf die bisherige Tierhaltung des Geschwärters bzw. der im Dorf üblichen Tierarten abzustellen. Die Behörde kann dank ihres Ermessensspielraums beispielsweise eine geplante Rindviehhaltung, da dorfföblich, bewilligen. Dagegen ist eine im Dorf unübliche Tierhaltung (zum Beispiel Mastschweine auf Spaltenboden) nur mit der Auflage einer Geruchsreinigung oder eines geruchsarmen Haltungsverfahrens zu bewilligen. In jedem Fall sind alle betrieblich und technisch möglichen und wirtschaftlich tragbaren Massnahmen zur Emissionsminderung zu treffen. Die Lüftungsanlagen müssen den anerkannten Regeln der Lüftungstechnik und der Luftreinhalteverordnung entsprechen.

### Fall 3: *Abstand zur Wohnung eines Landwirtschaftsbetriebes*

In der Landwirtschaftszone wird ein neuer Stall geplant. Der Mindestabstand gegenüber der bewohnten Nachbarzone kann problemlos eingehalten werden. In unmittelbarer Nachbarschaft befindet sich jedoch ein weiterer Landwirtschaftsbetrieb mit Wohnhaus. Obwohl die Mindestabstandsregelung in der Landwirtschaftszone nicht gilt, hat auch ein bäuerlicher Nachbar Anrecht auf einen ausreichenden Schutz vor übermässigen Immissionen. Übermässige Immissionen können bei Unterschreiten des halben Mindestabstandes auftreten. Die Einhaltung des halben Mindestabstandes zwischen der neuen Tierhaltungsanlage und dem Wohnhaus des bestehenden Nachbarbetriebes kann deshalb nach Art. 5 Abs. 2 der LRV verlangt werden.

Unbesehen der Mindestabstände darf der Betrieb nur bewilligt werden, wenn

alle technisch und betrieblich möglichen und wirtschaftlich tragbaren Massnahmen zur vorsorglichen Verminderung der Geruchsemissionen geplant sind und die Lüftungsanlage den Regeln der Lüftungstechnik entspricht.

### Fall 4: *Sanierung einer Tierhaltungsanlage mit Kosten über 50% einer Neuanlage*

Eine bestehende Stallung soll saniert werden. Der Investitionsbedarf dafür beträgt mehr als die Hälfte der Kosten, die eine gänzlich neue Anlage gleicher Grösse verursachen würde. Sowohl vor als auch nach der Sanierung werden die Mindestabstände nicht eingehalten. Bisher sind keine Klagen wegen übermässigen Immissionen bekannt. Nach der Sanierung sollten die Verhältnisse gleich wie bisher oder sogar besser sein.

Unbesehen der aktuellen und künftigen Immissionssituation muss die Sanierung wie eine Neuanlage nach Art. 2 Abs. 4 der LRV beurteilt werden. Eine Baubewilligung darf nur erfolgen, wenn die notwendigen Mindestabstände mit zusätzlichen Massnahmen wie dem Einbau einer Abluftreinigungsanlage eingehalten, oder wenn in landwirtschaftlich geprägten Ortschaften reduzierte Mindestabstände in Kauf genommen werden können.

### Fall 5: *Betriebssanierung mit gleichzeitiger vorsorglicher Emissionsbegrenzung*

Die Sanierung eines bestehenden Betriebes ohne Immissionsprobleme ist geplant. Vor der Sanierung wurden die Mindestabstände nicht eingehalten. Nach der Sanierung wird dies dank günstigerer Korrekturfaktoren einer emissionsmindernden Haltungsform und einer besseren Abluftführung möglich sein. Der Betrieb kann bewilligt werden.

### Fall 6: *Anlageerweiterung mit der Folge höherer Geruchsemissionen*

Ein bestehender Betrieb ohne Geruchsprobleme wird vergrössert. Bisher wurden die Mindestabstände eingehalten. Mit der Erweiterung sind trotz Modernisierung höhere Geruchsemissi-

sionen zu erwarten. Dann gilt die Erweiterung als Errichtung einer neuen Anlage. In diesem Fall müssen die Mindestabstände zwingend eingehalten werden (Art. 2 Abs. 4 LRV) (mögliche Erleichterungen in landwirtschaftlich geprägten Siedlungen).

## Fall 7: Geruchsklagen

Wegen bestehender Tierhaltungsanlagen werden in einem angrenzenden Wohngebiet einzelne Geruchsklagen erhoben. Das betroffene Wohngebiet liegt oberhalb der Tierhaltungsanlage, wobei der Mindestabstand eingehalten wird.

In solchen Situationen gibt es verschiedene Möglichkeiten für das weitere Vorgehen:

1. Berechnung Mindestabstand
2. Befragung
3. Begehungen, Ausbreitungsrechnung, Rauchversuche oder Immissionsmessungen eines Tracer-Stoffes mit mobilem Gaschromatograf.

In vielen Fällen sind Kombinationen denkbar. In einem Fall wurde wie folgt verfahren:

Es erfolgt eine Beurteilung mittels Befragung der Bewohner des Wohngebietes, aus welcher die Geruchsklagen stammen. Über 25% der befragten Bewohner (von über 20 Befragten) taxieren die Geruchsbelästigung als stark und häufig. Um das möglicherweise emotional gefärbte Umfrageergebnis zu überprüfen, wird nach Ursachen der Geruchsbelästigungen gesucht, welche trotz Einhaltung des Mindestabstandes vorliegen.

Bei der Betrachtung der Standortsituation (Abb. 4) wird festgestellt, dass nur eine geringe vertikale Ausdehnung der Geruchsfahne anzunehmen ist, aufgrund einer am Hang oft auftretenden eher stabilen, austauscharmen Luftschichtung. Die senkrecht über Dach ausgeblasene Abluft wird so mit dem Wind gegen die Siedlung verfrachtet, ohne unterwegs hinreichend verdünnt zu werden.

In der leeseitig (Windschattenseite) oberhalb auf der Geländestufe gelegenen Siedlung können deshalb auch ausserhalb des Mindestabstandsradius noch Geruchsbelästigungen auftreten. Die Standortbetrachtung stärkt die Umfrageergebnisse. Auf ein zusätzliches Sondergutachten über die Windverhältnisse wird verzichtet, da entsprechende Messungen fehlen.

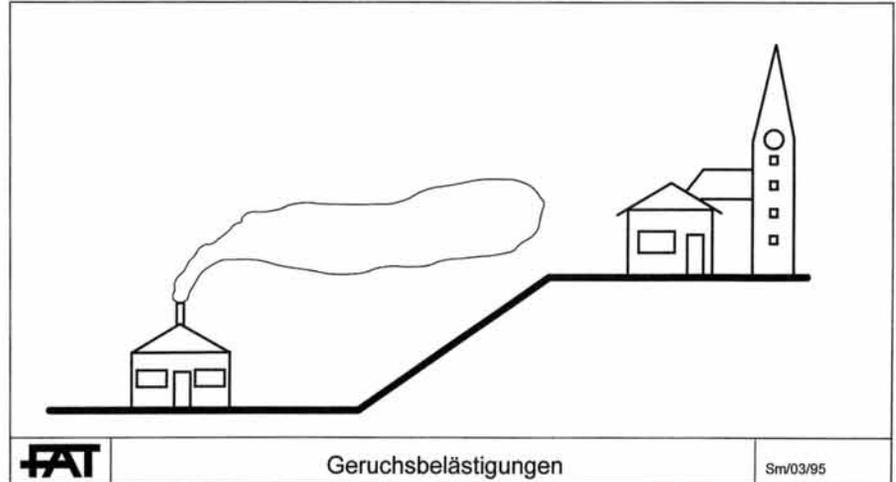


Abb. 4. Bei ungünstigen Situationen zum Beispiel Geruchsfahne gegen eine Geländestufe kommt es zu Geruchsbelästigungen.

Eine erhebliche Geruchsbelästigung wird aufgrund der Untersuchungen von beiden Parteien als gegeben angenommen. (Abb. 4)

Die Behörde erlässt nach Anhörung des Tierhalters und unter Beizug eines Sachverständigen eine Sanierungsanordnung zur Immissionsminderung.

## 2. Beispiele von Mindestabstandsberechnungen

### Beispiel 1: Betrieb mit Rindvieh- und Schweinehaltung in einem Gebäude

Es wird der Mindestabstand (MA) von einem gemischten Rindvieh-Schweinehaltungsbetrieb zur Wohnzone nach den Formeln 1 bis 3 gemäss Abschnitt 2.1 berechnet:

	Geruchsbelastungsfaktor (aus Tab. 1)	Geruchsbelastung (=Anzahl Tiere x fg)	Normabstand (=43 x ln(GB) - 40)	Korrekturfaktorprodukt des Stalles (s. Detailtabelle) $fk_{\text{Stall}}$	Mindestabstand (= N x $fk_{\text{Stall}}$ )
Stall: Anzahl Tiere	fg	GB	N		MA
1: 30 Kühe	0,15	4,5	x	1,19	x
2: 110 Mastschweine 25-105 kg	0,20	22,0	x	1,19	x
<b>Gebäude</b>	x	26,5	100,9 m	1,19	<b>120 m</b>

Der Mindestabstand für das gesamte Stallgebäude gegenüber Wohnzonen beträgt 120 m.

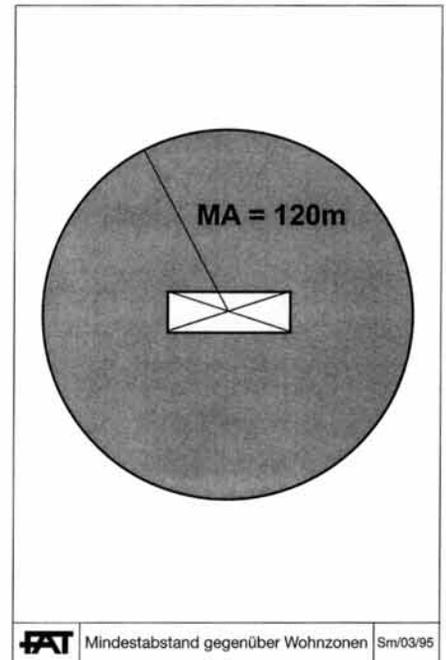


Abb. 5. Mindestabstand um ein Stallgebäude.

**Detailtabelle Korrekturfaktoren  $f_k$**

Kriterium	Stall 1 Rindvieh	Stall 2 Schweine
1. Geländeform: eben	1,0	1,0
2. Höhenlage: 700 m ü.M.	0,9	0,9
3. Aufstallung-Entmistung Rindvieh Schweine geschlossener Stall	1,0	1,0
4. Hofdüngerproduktion: Flüssigmist in offenem Behälter	1,1	1,1
5. Sauberkeit: Rindvieh mangelhaft Schweine gut	1,2	1,0
6. Fütterung: Rindvieh Gras und Getreide Schweine Schotte über 20% d. TS	1,0	1,2
7. Lüftung: seitlich (nicht im Nahbereich von Schutzobjekten)	1,0	1,0
8. Geruchsreduzierung Stallabluft: keine	1,0	1,0
9. Geruchsreduzierung bei Flüssigmistlagerung: keine	1,0	1,0
<b>Stalltotal (Produkt aller Faktoren) <math>f_{k,Stall}</math></b>	<b>1,19</b>	<b>1,19</b>

de  $GB_{rel,i}$  erhält man durch Addition der vollen Geruchsbelastung des Aussengebäudes und der abstandskorrigierten Geruchsbelastung des inneren Gebäudes.

Aus der gesamten Geruchsbelastung wird schliesslich nach der Normabstandsformel 2 der gewichtete Mindestabstand der Anlage berechnet, welcher vom Aussengebäude ausgeht. In unserem Beispiel beträgt der Mindestabstand der gesamten Anlage 125 m um Gebäude 1 bzw. 107 m um Gebäude 2.

**Schritt 4:** Darstellung des Mindestabstandes der Gesamtanlage

Die Hüllkurve um die äusseren Kreisbogen der gewichteten Mindestabstandskreise der beiden Gebäude bildet den Mindestabstand um die gesamte Tierhaltungsanlage (Abb. 6).

**Beispiel 2:** Anlage mit zwei Stallgebäuden

Aufbauend auf Beispiel 1 wird der Mindestabstand von einer Tierhaltungsanlage bestehend aus zwei Stallgebäuden berechnet.

**1. Schritt:** Bestimmung des Mindestabstandes der einzelnen Gebäude

Das erste Gebäude entspricht dem Gebäude aus Beispiel 1 mit einem Mindestabstand (MA) von 120 m. Im 30 m entfernten 2. Gebäude werden 1000 Legehennen gehalten, entsprechend 1000 mal 0,01 = 10 Geruchsbelastungseinheiten (GB). Als Gesamtkorrekturfaktor (Produkt der Korrekturfaktoren  $f_{k1-9}$ ) des Legehennenstallgebäudes wird 1,0 angenommen. Damit entspricht der Mindestabstand dieses Gebäudes dem Normabstand oder  $43 \times \ln(10) - 40 = 59$  Meter.

**2. Schritt:** Gewichtung der Geruchsbelastung der einzelnen Gebäude

Jedes Gebäude wird einmal als das betrachtete Aussengebäude «i» bzw. als inneres Gebäude «j» angenommen. Die Geruchsbelastung in GB wird aus der Normabstandsgleichung (Formel 2)

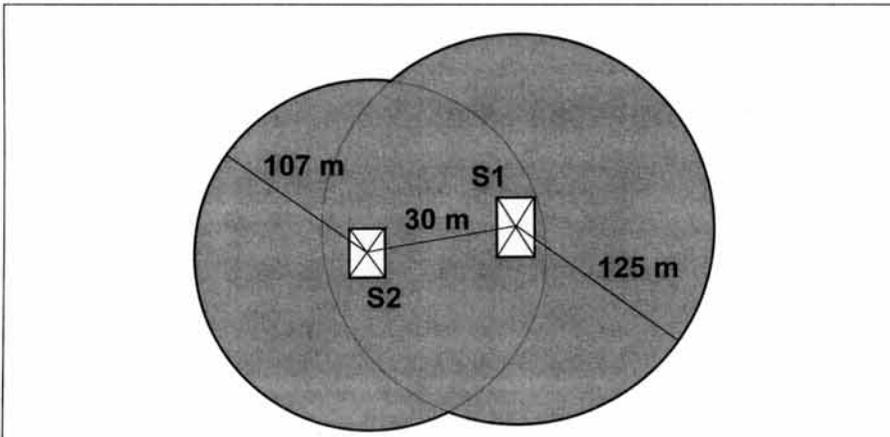
abgeleitet ( $N = 43 \times \ln(GB) - 40$  daraus folgt  $GB = e^{(N+40)/43}$ ), wobei der Normabstand N durch den Mindestabstand MA ersetzt wird. Die Gewichtung der Geruchsbelastung erfolgt durch den Abzug der Entfernung «r». In diesem Beispiel beträgt Abstand «r» zwischen den Emissionspunkten beider Gebäude 30 m.

Gebäude	Mindestabstand MA	Gewichtete Geruchsbelastung $GB_{rel,ij} = e^{(MA+40-r)/43}$	
		als Aussengebäude <sub>i</sub> (r = 0 für i = j)	als inneres Gebäude <sub>i</sub> (r <sub>1,2</sub> = 30)
1	120,0 m	41,3	20,6
2	59,0 m	10,0	5,0

**3. Schritt:** Berechnung des Mindestabstandes der gesamten Anlage

Die Geruchsbelastung der gesamten Anlage am Standort der Aussengebäude

Aussengebäude <sub>i</sub>	Geruchsbelastung der gesamten Anlage $GB_{rel,i} = \sum GB_{rel,ij}$	Gewichteter Mindestabstand in Meter $MA_{rel,i} = (43 \cdot \ln(GB_{rel,i}) - 40) \cdot m$
1	41,3 + 5 = 46,3	43 · ln(46,3) - 40 = 124,9 m
2	10 + 20,6 = 30,6	43 · ln(30,6) - 40 = 107,1 m



**FAT** Hüllkurve und Mindestabstände Smv03/95

Abb. 6. Mindestabstand (= Hüllkurve) um eine Anlage mit zwei Stallgebäuden.

Die Stallgebäude S1 bis S4 werden zum betrachteten Aussengebäude, dessen Eigengeruch um die gewichtete Geruchswirkung der übrigen Gebäude ergänzt wird. Beispielhaft wird für das Aussengebäude 4 die gewichtete Geruchsbelastung berechnet:

$$GB_{rel,4} = e^{(180 + 40 - 0)/43} + e^{(100 + 40 - 70)/43} + e^{(80 + 40 - 40)/43} + e^{(200 + 40 - 50)/43} + e^{(90 + 40 - 30)/43} = 271.45$$

Der Mindestabstand der gesamten Anlage ausgehend von Gebäude 4 beträgt  $43 \times \ln(271.45) - 40 = 201$  m.

Die gewichteten Mindestabstände um die übrigen Aussengebäude sind analog zu berechnen. Die äusseren Kreisbogenlängen bilden schliesslich die Mindestabstands-Hüllkurve der gesamten Anlage (siehe Abb. 7).

### Beispiel 3: Anlage mit fünf Stallgebäuden

Gebäudeentfernungen und einzelgebäudlichen unkorrigierten Mindestabstände zugrunde:

Dem Anwendungsfall in der nachstehenden Abbildung liegen die folgenden

#### Mindestabstände

Gebäude	Mindestabstand
1	100 m
2	80 m
3	200 m
4	180 m
5	90 m

#### Entfernungen $r_{ij}$ der Emissionspunkte der Gebäude 1 bis 5 in Meter

Gebäude	1	2	3	4	5
1	0	55	30	70	30
2	55	0	60	40	35
3	30	60	0	50	25
4	70	40	50	0	30
5	30	55	25	30	0

## 3. Geruchsminderungsverfahren

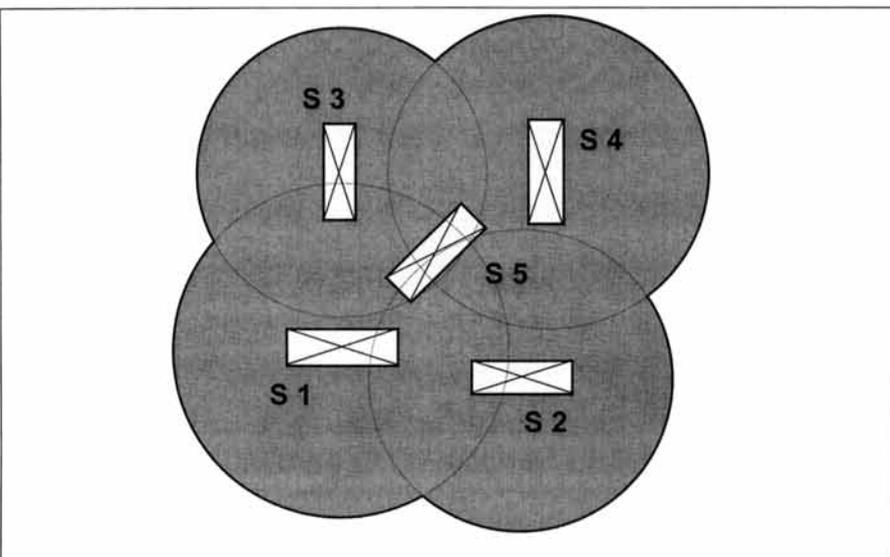
Liegt bei einem geplanten Stallneubau der Abstand zur Wohnzone bzw. zum nächstgelegenen Schutzobjekt unter dem erforderlichen Mindestabstand, so ist es sinnvoll, einen besseren Standort zu suchen. Ist dies nicht möglich, so kann zum Beispiel mit einem entsprechenden Fütterungssystem oder mit einer verbesserten Lüftung die Emissionssituation günstig beeinflusst und damit der Mindestabstand verkleinert werden (siehe Tab. 2 Korrekturfaktoren).

Genügen diese Massnahmen zur Verminderung der Geruchsemissionen nicht, kann eine Abluftreinigung (zum Beispiel Biowäscher oder Biofilter) in Betracht gezogen werden.

Nachfolgend werden einige Verfahren beschrieben, welche entweder die Gerüche an der Quelle reduzieren oder diese in der Atmosphäre besser verteilen.

### 3.1 Abluftlenkung und -verteilung

Eine geringe Luftgeschwindigkeit (unter 2 m/s) in Bodennähe sind für die Geruchsausbreitung besonders kritisch. Auch Temperaturschichtungen, zum Beispiel am Hang oder bei stabi-



**FAT** Mindestabstände und Hüllkurve Smv03/95

Abb. 7. Mindestabstand (= Hüllkurve) um eine Anlage mit fünf Stallgebäuden.

len Wetterlagen, vermindern die vertikale Geruchsverdünnung.

Mit dem Abluftausstoss in höhere Luftschichten mit grösseren Windgeschwindigkeiten und weniger Windstillen bzw. über bodennahe Sperrschichten hinaus soll eine bessere Geruchsausbreitung gewährleistet werden. Weiter kann mit der Erhöhung der Emissionsquelle vermieden werden, dass die Abluft in einem Luftwirbel auf der Leeseite des Gebäudes gefangen bleibt und sich in der Folge nicht genügend ausbreitet (KTBL-Arbeitspapier 126, Abschnitt 2.3.2).

Grössere Emissionshöhen (Quellhöhen) werden mit der Erhöhung der Abluftkamine und einer Überhöhung durch eine hohe Abluftaustrittsgeschwindigkeit erreicht. Um die geschilderten Effekte zu erreichen, müssen Hindernisse im Nahbereich überblasen werden. Dazu sind eine Kaminbauhöhe von 10 m über Boden und gleichzeitig eine Quellhöhe von mindestens 3 m (bei Winterluft) über dem höchsten Störfaktor im Umkreis von mindestens 30 m erforderlich. Voraussetzung dafür ist, dass die Abluft senkrecht nach oben, ohne Hindernis wie einer Abdeckhaube geblasen wird.

Bei der senkrechten Abluftführung muss aber eine Mehrbelastung weiter entfernter Schutzobjekte ausgeschlossen werden. Dazu sind die weiträumigen Einflüsse von Topographie, Luftströmungen, Berg-, Hang- oder Tallagen zu beurteilen (vgl. Abb. 8).

Die geforderten Quellhöhen werden bei geringeren Kaminhöhen durch eine Überhöhung mittels Weitwurfdüsen oder einer zentralen Hochleistungslüftung erreicht. Bei tieferen Aussentemperaturen, in der Übergangszeit und im Winter, senkt sich die Lüftungsrate in der Regel. Eine Gruppenschaltung (Abstellen einzelner Kamine), Bypass- oder Injektorlüftung gewährleistet dann eine genügende Austrittsgeschwindigkeit (vgl. Abb. 9).

**a. Senkrechte Kaminlüftung mit Weitwurfdüse**

Die Stallabluft wird über Kamine ohne Hut abgeführt. Die Quellhöhe (Kaminhöhe + Überhöhung) sollen mindestens 3 m über dem höchsten Dachpunkt im Umkreis von 30 m enden, damit die Abluft über den Unterdruckbereich des

	<p>Stabile Luftschichten, Dunstglocke über der Quelle</p>
	<p>Geruchsfahne leeseitig der Quelle gegen eine Geländestufe</p>
	<p>Inversionsschicht über dem Kaltluftsee einer Geländemulde</p>
	<p>Nächtliche Kaltluftströmung</p>
	<p>Schwacher Flurwind gegen dichte Bebauung</p>
	<p>Stau einer Geruchsfahne an einem Waldrand</p>
	<p>Geruchsfahne gegen die Windrichtung im Sogbereich hoher Bebauung</p>



**Häufige Immissionsfälle**

Sm/03/95

Abb. 8. Häufig vorkommende Immissionsfälle nach VDI-Richtlinien 3471 und 3472.

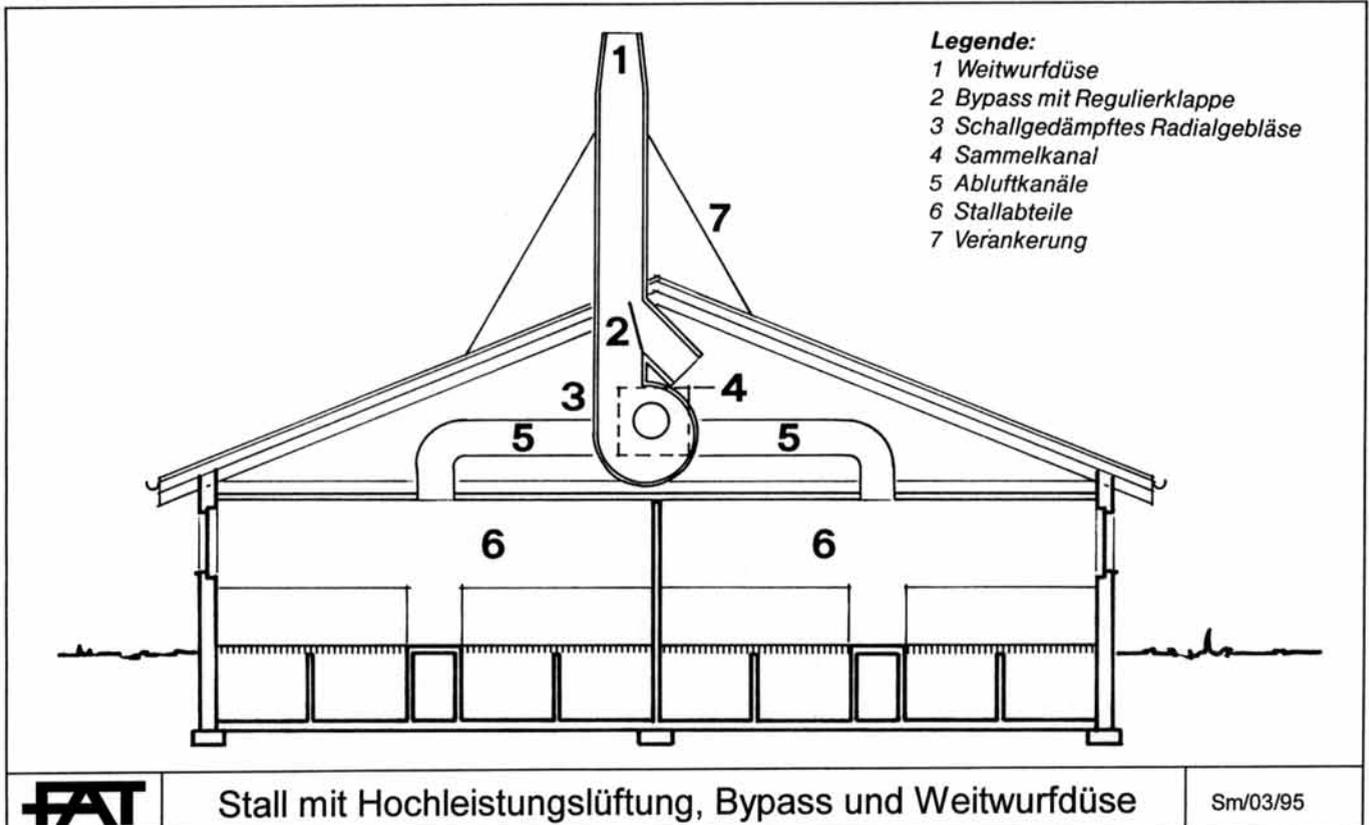
Stalles und die umgebenden Störfaktoren hinaus befördert werden kann. Wird eine Weitwurfdüse auf das Abluftkamin aufgesetzt, kann die Abluftgeschwindigkeit während der Sommermonate 10 – 15 m/s erreichen. Bei einem Schachtdurchmesser von 0,6 m bis 0,8 m erhöhen diese Abluftgeschwindigkeiten die Abluftabgangshöhe um 5 bis 10 m.

Mit der Beförderung der Emissionen in höhere Luftschichten verdünnen sich diese besser (Abb. 9). Während der Zeit, in der nur geringe Luftmengen gefördert werden (zum Beispiel im Winter), wird mit einer Weitwurfdüse keine wesentliche Verbesserung erreicht. In dieser Zeit kann (wenn erforderlich und wenn dies betrieblich

möglich ist) die Abluft anstatt über mehrere nur über ein bis zwei Kamine abgeführt werden (Gruppenschaltung).

**b. Bypass- oder Injektorlüftung**

Bei beiden Lüftungsarten wird die geruchsbeladene Abluft im Kamin mit Frischluft vermischt und danach über Kamine nach aussen befördert. Dabei entsteht ein zusätzlicher Verdünnungseffekt, der bereits im Kamin einsetzt. Gleichzeitig kann die Abluftgeschwindigkeit erhöht werden. Bei der Bypasslüftung wird Frischluft über eine Drosselklappe ins Kamin gesaugt. Bei der Injektorlüftung erfolgt



**FAT**

Stall mit Hochleistungslüftung, Bypass und Weitwurfdüse

Sm/03/95

Abb. 9. Schnitt durch einen Stall mit Hochleistungslüftung, Bypass und Weitwurfdüse.

diese Beimischung durch einen zusätzlichen Ventilator. Während der Sommermonate ist der Verdünnungseffekt klein, da die Ventilatoren bereits zur Stallklimatisierung auf Hochlast fahren. In der Übergangszeit und im Winter ist die Wirkung grösser. Im Winter, wenn die beigemischte Frischluft unter  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$  sinkt, sollte die Beimischung von Frischluft gedrosselt werden, um mögliche Vereisungserscheinungen im Kamin zu verhindern. Auch bei dieser Lüftungsart muss zur Gewährung eines geringeren Mindestabstandes die Quellhöhe von 3 m über dem höchsten Dachpunkt im Umkreis von 30 m eingehalten werden.

### c. Zentrale Hochleistungslüftung

Bei dieser Lüftungsart wird die Abluft von allen Stallabteilen gesammelt und in einen Kanal geleitet. Von dort aus gelangt die Abluft in einen zentralen Abluftkamin. Die Lüftung kann so konzipiert werden, dass die Abluftgeschwindigkeit im Sommer über 20 m/s

erreicht, während sie im Winter immer noch 10 m/s betragen kann. Der Hochleistungslüfter wird mit einem Motor zwischen 3 und 10 kW betrieben. Die Lüftung kann auch mit einem Bypass, das Kaminende zusätzlich mit einer Weitwurfdüse ausgerüstet sein. Um von einer Mindestabstandsverringerung zu profitieren, muss die Min-

(Formel 5)

destquellhöhe (im Winter) wiederum 3 m über dem höchsten Dachpunkt im Umkreis von 30 m liegen.

Hochleistungslüftungen sind eine Lärmquelle. Um Lärmimmissionen in der unmittelbaren Nachbarschaft vorzubeugen, ist die Lüftungsanlage gegen Schall zu isolieren.

#### Berechnung der Überhöhung

Abluftfahnenüberhöhung  $h$

$$h = \frac{c \cdot V}{u \cdot d}$$

mit

$c$  = Höhengschichtenabhängiger Faktor, der bei 10 m über Boden mit 1,5 angenommen werden kann

$V$  = Abluftvolumenstrom ( $\text{m}^3/\text{s}$ )

$$= \pi \cdot (d/2)^2 \cdot v$$

$d$  = Schachtdurchmesser in m

$v$  = Abluftgeschwindigkeit m/s

$u$  = Windgeschwindigkeit am Abluftaustritt

Als kritische Geschwindigkeit wird im allgemeinen 1,5 m/s angenommen

Siehe auch Schirz St., KTBL-Arbeitspapier 126

### 3.2 Emissionsminderung

Die Emissionsminderung ist durch mehrere Massnahmen möglich:

- Erhöhung der Sauberkeit
- Wahl von Futter und Entmistungssystem
- Abluftreinigung
- Behandlung von Flüssigmist.

#### 3.2.1 Abluftreinigung

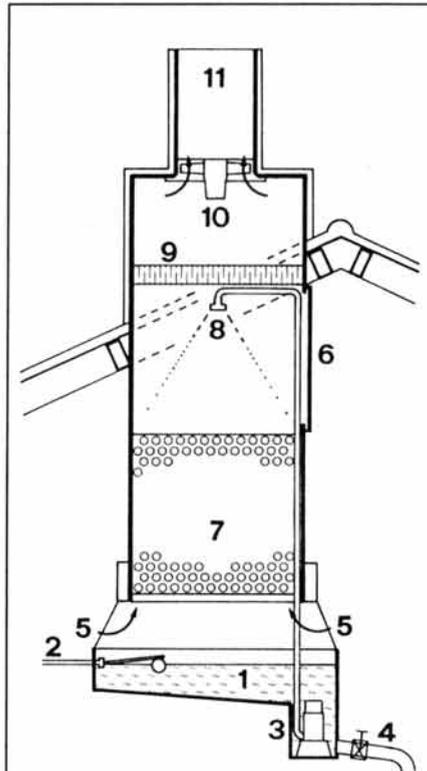
Die heute eingesetzten Abluftreinigungsanlagen in der Landwirtschaft sind der Biowäscher und der Biofilter. Die Geruchsminderung dieser Anlagen hängt insbesondere von einer vorschriftsgemässen Bedienung und Wartung ab.

Die Geruchsminderung und damit die mögliche Herabsetzung des Mindestabstandes ist olfaktometrisch zu bestimmen. Dazu werden repräsentative Abluftproben vor und nach der Reinigung entnommen, und Probanden bestimmen am Olfaktometer die Geruchsbelastung. Olfaktometrische Messungen führen beispielsweise die FAT in Tänikon und das Institut für Hygiene und Arbeitsphysiologie der ETH Zürich durch.

#### a. Der Biowäscher

Beim Biowäscher werden die in der Stallabluft enthaltenen Geruchsstoffe zuerst in ständig zirkulierendem Wasser gelöst. Nach diesem Absorptionsprozess müssen sie aus dem Waschwasser entfernt werden. Diese Regeneration erfolgt durch Mikroorganismen, welche die ausgewaschenen Geruchsstoffe als Nahrung verwenden. Dabei sind Bakterien, Pilze und verschiedene Einzeller entweder im Waschwasser fein verteilt oder als biologischer Rasen auf Wäscherinbauten (Telleretts) angesiedelt.

Ein solcher Biowäscher kann praktisch überall eingesetzt werden, wo wasserlösliche und biologisch abbaubare Verbindungen aus der Abluft entfernt werden müssen. Der Biowäscher arbeitet umweltfreundlich, weil die Geruchsstoffe auf biologischem Weg abgebaut werden. Untersuchungen verschiede-



**Legende:**

- 1 Wasserbecken
- 2 Wasserleitung mit Schwimmventil
- 3 Umwälzpumpe für Wasser
- 4 Schlammablauf
- 5 Abluft aus dem Stall
- 6 Luke für Revision und Reinigung
- 7 Füllkörperschicht
- 8 Sprüheinrichtung für das Waschwasser
- 9 Wasserabscheider
- 10 Abluftventilator
- 11 gereinigte Abluft



Abb. 10. Schema eines Biowäschers Gegenstromwaschanlage mit zirka 5000 m<sup>3</sup>/h Luftleistung.

ner wissenschaftlicher Institute ergaben, dass der Biowäscher bis zu 95% der Gerüche aus der Stallabluft entfernt.

Da beim Biowäscher auch Staub aus der Abluft gefiltert wird, ist es möglich, einen Wärmetauscher nachzuschalten, dessen Wirkungsgrad höher als bei herkömmlichen Tauschern ist.

**Der Biowäscher ist nur dann voll funktionsfähig, wenn andauernd Abluft durchgeleitet und die Anlage nach Vorschrift bedient und gewartet wird.**

Bei einem längeren Unterbruch erreicht die Anlage erst nach zirka zehn Tagen ihren vollen Wirkungsgrad wieder. Entscheidend für den Wirkungsgrad sind neben der Abluftzusammensetzung die Durchströmgeschwindigkeit und die Zusammensetzung des Waschwassers (Abb. 10).

Für weitere Informationen sei auf die entsprechende Fachliteratur verwiesen (siehe Literaturverzeichnis).

#### b. Der Biofilter (Erdfilter)

Der Biofilter ist so aufgebaut, dass ein Ventilator die Stallluft ansaugt und in eine gemauerte oder betonierte Druckkammer presst. In dieser wird der Staub durch fein versprühtes Wasser ausgewaschen. Ein Teil dieses Wassers hat zugleich die Aufgabe, das Filterbeet feucht zu halten. Danach verlässt die Abluft die Druckkammer und strömt zwischen dem Erd- oder Betonboden und einem Holz- oder Betonrost hindurch, bevor sie durch die eigentliche, über dem Rost liegende Filterschicht geleitet wird.

Die Filterschicht besteht meist aus Fasertorf, gemischt mit Tannenreisig oder Heidekraut, und weist einen relativ geringen Strömungswiderstand auf. Die Filterschichthöhe beträgt zirka 40–100 cm. Andere Materialien wie Rindenkompost sind ebenfalls geeignet, weisen aber einen höheren Strömungswiderstand auf, der durch mehr Ventilatorleistung kompensiert werden muss.

Innerhalb der Filterschicht findet der Geruchsabbau durch Mikroorganismen statt. Untersuchungen verschiedener wissenschaftlicher Institute bestätigen einen Geruchsabbau von bis zu 95%.

**Um die Funktionstüchtigkeit des Biofilters zu bewahren ist es wichtig, dass dauernd Abluft durch die Filterschicht geleitet wird. Zudem muss die Anlage den Vorschriften entsprechend bedient und gewartet werden.**

Entscheidend für den Wirkungsgrad sind neben der Zusammensetzung der Abluft und des Substrates die Durchströmgeschwindigkeit und die Feuchtigkeit des Substrates. Für weitere Informationen sei auf die entsprechende Fachliteratur verwiesen (siehe Literaturverzeichnis).

Beim Biofilter besteht die Möglichkeit, die ganze Anlage in Eigenleistung zu erstellen. Falls die Wärme der Abluft genutzt werden will, muss dies vor der Reinigungsstufe geschehen (Abb. 11).

### 3.2.2 Behandlung von Flüssigmist

Flüssigmist kann so behandelt werden, dass eine Geruchsminderung eintritt. Diese ist vor allem während des Aufnehmens und nach dem Ausbringen auf das Feld spürbar. Dabei schwankt der Geruchsminderungsgrad je nach Verfahren zwischen 30% und 50%.

Die Behandlung von Flüssigmist ist weniger für die Geruchsbelastung einer Stallung massgebend. Die Herabsetzung des Mindestabstandes um 10% ( $f_k = 0,9$ ) fällt entsprechend gering aus. Als Verfahren für die Güllenbehandlung eignen sich das Belüften und die

Biogasherstellung. Aussagen zu den ebenfalls verbreiteten Futter- und Flüssigmistzusätzen hinsichtlich ihrer Geruchsminderung sind schwierig. Deren Wirkung ist je nach Mittel und Handhabung unterschiedlich. Entsprechend werden auch keine Korrekturfaktoren vorgegeben.

### a. Belüften von Flüssigmist

Durch das Einleiten von Sauerstoff in den Flüssigmist findet eine aerobe Gärung statt. Spezifische Bakterien können den Eigengeruch des Flüssigmists verändern bzw. mindern. Ebenfalls wird die Fließfähigkeit erhöht. Schwimm- und Sinkschichten treten weniger stark auf. Als Negativpunkte der Belüftung sind anzuführen:

- Es entstehen  $\text{NH}_3$ -Verluste.
- Die Bedienung der Belüftungsanlage ist relativ schwierig und bedarf vieler Kenntnisse und Versuche, um die optimale Belüftungsintensität zu finden.
- Oft werden Anwohner im Nahbereich von Belüftungsanlagen durch Gerüche mehr belästigt als befreit, was ein Hinweis auf die komplizierte Bedienung einer solchen Anlage ist.

### b. Biogasanlage

Die Biogasanlage dient primär der Gewinnung von Energie. Im Verlaufe der Gärung wird organisches Material zu Biogas umgesetzt. Dabei ändert sich als Nebenwirkung der Geruch in Quantität und Qualität. Dieser wird allgemein als weniger unangenehm empfunden. Vergleichende olfaktometrische Messungen am Lagerbehälter haben gezeigt, dass bei vergorener Gülle im Vergleich zu unbehandelter der Geruch um 30% bis 45% reduziert wurde.

Die geruchsreduzierende Wirkung einer Biogasanlage soll nur als Nebenwirkung gesehen werden. Der Einsatz allein dafür rechtfertigt sich finanziell nicht.

### Dank

Prof. Dr. Ing. St. Schirz und Dr. Ing. K.H. Krause danken wir für die konstruktiven Gesprächsbeiträge und die Überlassung von Fachschriften, und Fürsprecher U. Walker, BUWAL, für die Aufarbeitung des Abschnittes Rechtslage.

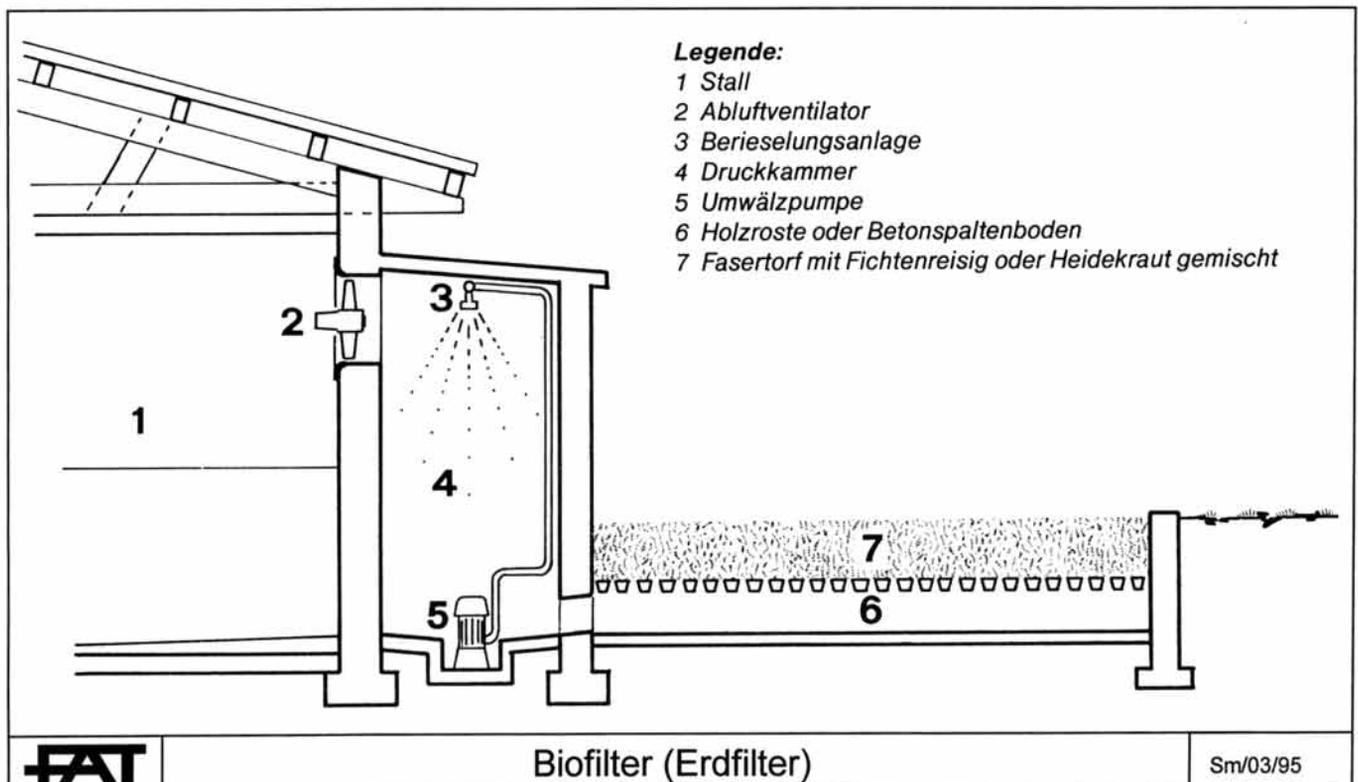


Abb. 11. Schnitt durch einen Biofilter (Erdfilter).

## Begriffe und Abkürzungen

### Begriffe

#### Errichtung von Anlagen, Neuanlagen

Als Errichtung von Anlagen bzw. als Neuanlage gelten sowohl der Neubau als auch der Umbau, die Erweiterung oder die Instandstellung von bestehenden Anlagen. Anlagen, die umgebaut, erweitert oder instandgestellt werden, gelten aber nur als neue Anlagen, wenn:

- dadurch höhere oder andere Emissionen zu erwarten sind, oder
- mehr als die Hälfte der Kosten aufgewendet wird, die eine neue Anlage verursachen würde (Art. 2 Abs. 4 LRV).

#### Bewohnte Zonen

Als bewohnte Zonen gelten Bauzonen nach Art. 15 des Bundesgesetzes über die Raumplanung, welche vorwiegend der Wohnnutzung dienen. Dazu zählen etwa Wohn-, Kern- und Mischzonen, nicht aber Gewerbe-, Industrie- und Landwirtschaftszonen.

#### Mindestabstand

Der Mindestabstand ist der von der Geruchsquelle einer Anlage zu bewohnten Zonen einzuhaltende Abstand. Wenn die Tierhaltungsanlage innerhalb einer bewohnten Zone liegt, gilt der Mindestabstand bis zum nächstgelegenen bewohnten Gebäude bzw. bis zum nächstgelegenen Punkt, wo nach dem bestehenden Bau- und Planungsrecht bewohnte Gebäude entstehen können.

#### Quellhöhe

Quellhöhe = Kaminhöhe + Überhöhung durch senkrechten Abluftauswurf. Die Überhöhung wird berechnet nach Formel 5 (Anhang 3.1a).

#### Abkürzungen

e	Natürliche Zahl
fg	Geruchsbelastungsfaktor
fk	Korrekturfaktor des Normabstandes für Standort, Anlage und Betrieb
GB	Geruchsbelastung
H	Abluftkaminhöhe in m
h	Abluftfahnenhöhe in m basierend auf Abluftvolumenstrom
ln	Natürlicher Logarithmus
MA	Mindestabstand in m
N	Normabstand in m
Q	Quellhöhe der Abluft in m ( $Q = H + h$ )
USG	Bundesgesetz über den Umweltschutz (Vom 7. Oktober 1983)
LRV	Luftreinhalte-Verordnung (Vom 16. Dezember 1985)

## Literatur

Braun A., Boxberger J., Kahrs D., Mannebeck H., Ruppert-Erzberger Ch., Schweitzer F.-W. und Wagner M., 1983. Stallklima und Geruchsbelästigung. Teil III. KTBL-Schrift 280, Münster-Hiltrup.  
Caenegem van L., 1994. Stallklimaberechnung mit EDV. FAT-Bericht 455, Tänikon TG.  
Hangartner M., 1989. Grundlagen zur

Beurteilung von Geruchsproblemen. BUWAL, Schriftenreihe Umweltschutz Nr. 115. Bern.

Hangartner M. und Wuest J., 1994. Geruchshäufigkeiten als Mass für die Geruchsbelästigung. Staub – Reinhaltung der Luft 54, S. 45-49. Berlin, Springer Verlag, 1994.

Hilliger H.G., Isensee E., Kalich J., Smidt D., Teuscher M. und Wolferrmann H.-F., 1982. KTBL-Schrift 272, Stallklima und Geruchsbelästigung Teil II. Münster-Hiltrup.

Koller J., Schmidlin A., 1988. Empfehlung für Mindestabstände von Tierhal-

tungsbetrieben. FAT-Bericht 350, Tänikon TG.

Krause K.-H. Behandlung von Transport und Ausbreitung gasförmiger luftfremder Stoffe in der Umgebung von Tierhaltungen. Landtechnik Bd. 38, Nr. 1.

Oldenburg J., 1989. Geruchs- und Ammoniak-Emissionen aus der Tierhaltung. Darmstadt. KTBL-Schrift 333.

Schirz S., 1989. Handhabung der VDI-Richtlinien 3471 Schweine und 3472 Hühner. Darmstadt, KTBL-Arbeitspapier 126.

VDI-Richtlinie 3471. Emissionsminderung Tierhaltung Schweine. Berlin, 1986.

VDI-Richtlinie 3472. Emissionsminderung Tierhaltung Hühner. Berlin, 1986.

VDI-Richtlinie 3473. Emissionsminderung Tierhaltung Rinder. Berlin, Entwurf 1994.

VDI-Richtlinie 3477. Biologische Abgas-/Abluftreinigung: Biofilter. Berlin, Entwurf 1989.

VDI-Richtlinie 3478. Biologische Abgasreinigung: Biowäscher und Rieselbettreaktoren. Berlin, Entwurf 1994.

VDI-Richtlinie 3782. Umweltmeteorologie: Ausbreitung von Geruchsstoffen in der Atmosphäre. Berlin, Entwurf 1991.

VDI-Richtlinie 3940. Bestimmung der Geruchsstoffimmission durch Begehungen. Berlin, 1993.

VDI-Berichte 561: Geruchsstoffe: Quellen, Ausbreitung, Wirkungen, Olfaktometrie, Massnahmen. Düsseldorf, 1985.

VDI-Bericht 735. Biologische Abgasreinigung: praktische Erfahrungen und neue Entwicklungen. Tagungsbericht der VDI-Kommission Reinhaltung der Luft. Düsseldorf, VDI-Verlag, 1989.

Wellinger A., Baserga U., Edelmann W. Egger K. und Seiler B., 1991. Grundlagen – Planung – Betrieb landwirtschaftlicher Anlagen. Biogas-Handbuch. Aarau, Wirz-Verlag, 2. Aufl.

#### Schweizerische Gesetzgebung:

USG 1983. Bundesgesetz über den Umweltschutz (Vom 7. Oktober 1983). SR 814.01.

LRV 1985. Luftreinhalte-Verordnung (Vom 16. Dezember 1985). SR 814.01 Erläuterungen zum Umweltschutz-Gesetz, EDMZ, Bern, 1988.

Erläuterungen zur Luftreinhalteverordnung, EDMZ, Bern, 1989.