

Umwelt und Stallluft in der Schweineproduktion

Dr. sc. agr. W. Franz, Forschungszentrum für Tierproduktion Dummerstorf – Rostock der AdL der DDR

Neben der Umweltbelastung, die durch die in den Betrieben und Territorien differenziert anfallenden Abprodukte wie Gülle, Jauche oder Stallmist hervorgerufen wird, nimmt die Lufthygiene bei steigender Tierkonzentration in den Schweineställen und -anlagen einen hohen Stellenwert ein. Unter Lufthygiene wird die Zusammensetzung der Luft verstanden, wobei dabei in der Schweineproduktion vor allem die Luftverunreinigung von steigender Bedeutung ist. Luftverunreinigungen in Schweineställen und -anlagen treten als feste, flüssige und gasförmige Stoffe auf. Sie können aus Gärungs- und Fäulnisprozessen organischer Materialien und natürlicher Ausscheidungen der Tiere sowie aus technologischen Prozessen der Produktion entstehen. Die Luftverunreinigungen werden durch die Stallentlüftungssysteme aus den Ställen an die Außenluft mit der Stall-

abgegeben, wobei die Art der Abluftbehandlung in den Ablufteinrichtungen (direkte Stallluftabgabe, Filter usw.) die an die Außenluft abgegebene Stallluft unterschiedlich beeinflusst. Die Haltung der Schweine in Ställen ist dabei immer mit einer Luftverschmutzung verbunden. Deshalb muß die Frage beantwortet werden, wann der die Luft verunreinigende Stoff zum Schadstoff wird und durch einen Normativwert zu begrenzen ist. Im allgemeinen wird davon ausgegangen, daß ein Schadstoff in der Luft dann vorliegt, wenn er in seiner Menge schädigend wirkt. Als Schäden werden dabei alle Einflüsse angesehen, die direkt oder indirekt, akut oder chronisch toxisch oder auch nur leistungsmindernd auf Mensch, Tier und Pflanze wirken und Schäden jeglicher Art hervorrufen. Dazu sind Normativwerte für die Schadstoffbegrenzung festzulegen, wobei jedoch der Schwellenwert für den jeweiligen Schadstoff bekannt sein muß, dessen Menge unterhalb der zu erwartenden Wirkungen liegt. Die schädigenden Wirkungen müssen bekannt

1. Gerade unter diesem Blickwinkel sind forschungsmäßig umfangreiche Arbeiten erforderlich. Nachfolgend sollen, ausgehend vom gegenwärtigen Erkenntnisstand, einige Hinweise zum Problem der Luftverunreinigungen aus Schweineställen und -anlagen gegeben werden.

Die Stallluft mit ihren unterschiedlichen

Schmutzanteilen belastet nach der Wirkungskette „Emission – Transmission – Immission“ die Umwelt (Bild 1). Unter Emission sind die Quellen der Luftverschmutzungen zu verstehen. Bestimmend sind die zu emittierenden Stoffe in ihrem Einfluß hinsichtlich Kontinuität und zeitlich begrenztem Anfall. Mit Transmission wird die Förderstrecke in der Umwelt und mit Immission der beeinflusste Standort (Belastung der Umwelt) bezeichnet. Die Immissionsituation in den Ställen und Anlagen der Schweineproduktion wird vor allem durch das Vorhandensein umweltschädigender Faktoren im Territorium (Wohnsiedlungen, Waldbepflanzungen und Bestand landwirtschaftlicher und gärtnerischer Kulturen) bestimmt. Für die Festlegung der Emissionsströme werden in der Literatur zwei Möglichkeiten beschrieben:

- direkte Messung der Emission durch Probenentnahme im Abluftkanal; durch die Multiplikation von Konzentration und Volumenstrom ergibt sich der Emissionsstrom
- indirekte Ermittlung der Emission durch Messung luftfremder Stoffe im Stall (Ermittlung über mehrere Meßstellen) und Multiplikation mit dem Abluftstrom (Luft-rate in $m^3/h \cdot Tier$).

Wird bei der indirekten Ermittlung der Emission davon ausgegangen, daß die Stallluft gut durchgemischt ist, so wird in der Stallluft die Konzentration luftfremder Stoffe gemessen, wie sie aus den Abluftöffnungen in die Außenluft entweicht. Die indirekte Methode ist nicht anwendbar, wo zusätzliche Reinigungseinrichtungen in den Abluftkanälen installiert wurden.

Die zulässigen Sommer- und Winterluftstraten (Standard TGL 29 084) zeigen, daß neben den Messungen der luftfremden Stoffe auch die Luftstraten in den Ställen exakt zu ermitteln ist. Die zulässige Konzentration an Luftverschmutzung – MTK- und MAK_D -Wert (TGL 29 084 und TGL 22 310/1) – lassen Höchstgrenzen bei den Beimischungen CO_2 , NH_3 und H_2S für die Produktion in den Ställen und Anlagen erkennen. Höchstgrenzen der Schadstoffe „Immissionen“ in ihrer Wirkung auf die Umwelt sind dagegen zu wenig bekannt.

Luftverschmutzung durch Staub

Staub in der Stallluft besteht aus unterschiedlichen Komponenten (z. B. Futterteilchen, Tierexkremate, Teilchen der Tiere, Bodenteilchen). Etwa 90% der Staubteilchen bestehen aus organischer Substanz. Ein Teil dieses Staubes sind Keime in Form von Pilzen und Bakterien, die bei überhöhtem Anfall vor allem bei den Tieren und auch beim Tierbetreuungspersonal gesundheitsschädigend wirken können, jedoch im Freien so auftreten, daß sie den Keimgehalt der atmosphärischen Luft nicht übersteigen. Anders verhält es sich mit den Geruchsbelastigungen, die bei steigender Konzentration in Abhängigkeit von der Luftbewegung und Windrichtung auf Wohnsiedlungen sehr störend wirken können. Exakte Meßmethoden sind hierfür unbekannt. In Anwendung sind gegenwärtig subjektive Entscheidungen zur Stärke der Geruchsbelastigungen.

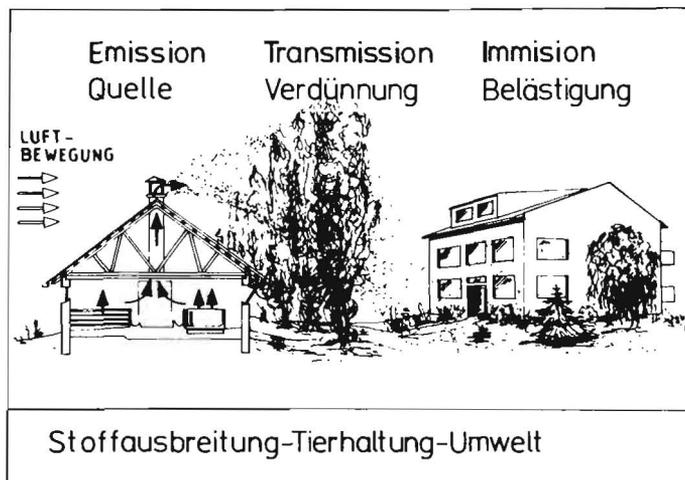
In der BRD wird die VDI-Richtlinie 3471 zur Abstandsregelung nach einer Punktbewertung der genutzten Verfahren in der Schweineproduktion angewendet. Die Staubkonzentrationen der Luft in den Ställen der Schweineproduktion, die über die Entlüftungssysteme in die Außenluft gelangen, sind nach Produktionsabschnitten und technologischen Verfahren der Haltung und Fütterung unterschiedlich. Hinzu kommen Verschiebungen der Staubkonzentrationen durch die technologischen Abläufe wie Ruhen oder Füttern. Die Staubkonzentrationsverläufe erreichen bei Trockenfütterung ad libitum zu den Zeiten der Fütterung das 4- bis 5fache der Ruhepausen. Gleichfalls fallen in den Sommermonaten mit erhöhten Luftstraten ebenfalls erhöhte Stäube an. Diese differenzierten technologischen Bedingungen müssen bei der Berechnung des Luftstaubanfalls berücksichtigt werden.

Werden die in der DDR vorhandenen Schweinemastanlagen SMA 6000, 12480 und 25000 einer ersten Kalkulation zur Staubabgabe an die Außenluft unterzogen (unterstellte Luftstraten $25 m^3/h \cdot Tier$ sowie $1,9 mg/m^3$ Staub in der Stallluft), so beträgt die Belastung in SMA 6000 $0,28 kg/h$, in SMA 12480 $0,57 kg/h$ und in SMA 25000 $1,14 kg/h$. Dabei ist davon auszugehen, daß Grobstaubbestandteile unmittelbar im Luftschaft bzw.

Tafel 1. Luftstraten in der Schweineproduktion (TGL 29 084)

Produktionsabschnitt	Tiermasse kg	Luftstraten	
		Sommer $m^3/h \cdot Tier$	Winter $m^3/h \cdot Tier$
laktierende Sauen		105	25
Saugferkel	5	5	1
	6,5	6	2
	8	9	2
Absetzferkel	17	17	4
	30	26	6
Zucht- und Mast Schweine	55	29	7
	60	43	11
	80	53	14
	100	63	17
	120	70	20
Jungsauen, Zuchtsauen und Eber	120...150	60...90	24...36

Bild 1. Wirkungskette „Emission-Transmission-Immission“



Tafel 2. Mittlere NH₃-Emissionen bei laktierenden Sauen und Absetzferkeln (zusammengestellt aus Literaturergebnissen verschiedener Versuchsanstellungen)

	Haltungsverfahren feste Liegefläche ppm	Spaltenboden ppm
– laktierende Sauen (einschließlich Saugferkel, 4 bis 5 Wochen Säugezeit)	20	17
– Absetzferkel bis 35 kg	7	9

Tafel 4. Konzentration verschiedener Geruchskomponenten in der Umgebung eines Schweinestalles mit rd. 5000 Mastplätzen (nach Vetter)

Entfernung vom Stall m	Geruchs- klasse	Konzentration verschiedener Geruchskomponenten				
		Ammoniak µg/m ³	Schwefel- wasser- stoff µg/m ³	Essig- säure µg/m ³	Propion- säure µg/m ³	Butter- säure µg/m ³
0	IV	3 238	56,30	87	34	14
10	III	163	3,28	48	8	4
100	II	71	0,28	32	7	4
200	II	31	0,21	30	3	1

nach Eintritt in die Außenluft aus der Luft aussedimentiert und abgelagert werden.

Zur Verringerung der Staubkonzentration in den Ställen sollten folgende Maßnahmen eingeleitet werden:

- Verringerung der Fallhöhen des Trockenfutters bei Trockenfuttereinsatz und Abdichtung der Zuführungsleitungen
- Verringerung der Tierverschmutzungen von Futter bei fließfähiger Fütterung durch Trogabsperrn und Vermeidung des Trogliegens der Tiere
- stärkerer Übergang zur feuchtkrümeligen Fütterung oder bei Trockenfutter Anfeuchtung des Futters
- Verringerung des Verschmutzungsgrades der Tiere im Tierbereich durch richtige Buchtengestaltung
- ständige Reinigung, wobei auch eine Benetzung der Oberflächen mit Wasser hohe Effekte bringen kann
- Vermeidung von Arbeits- und Kontrollgängen, die ein Aufschrecken der Tiere zur Folge haben
- Verringerung des Futterstaubes im Futterhaus.

Luftverschmutzung durch gasförmige Stoffe

Hauptsächlich werden CO₂, H₂S und NH₃ emittiert. Ammoniak (NH₃) kann in der Schweineproduktion die Umwelt besonders belasten. Ergebnisse unterschiedlicher Untersuchungen lassen gestaffelte NH₃-Emissionen in den Ställen mit säugenden Sauen und Absetzferkeln erkennen (Tafel 2). In Tafel 3 sind die zulässigen Konzentrationen für Kohlendioxid (CO₂), Ammoniak (NH₃) und Schwefelwasserstoff (H₂S) nach den der DDR bestehenden Standards zusammengefaßt. Der MAK_D-Wert zeigt die mögliche Belastung des Beschäftigten und der MTK-Wert die maximale Belastung der Tiere an. Die phytotoxische Schwelle – als Wert der Konzentration, ab der eine bestimmte Pflanzenart geschädigt wird – liegt nach Hinz bei 1,0 ppm. Die unterschiedlichen Tierkonzentrationen in der Schweineproduktion belasten das Territorium mit einem sehr differenzierten NH₃-Ausstoß an den Ställen bzw. Anlagen. Um die phytotoxische Schwelle an der Anlage nicht zu überschreiten, sind Mindestabstände zwischen größeren Schweine-

Tafel 3. Zulässige Konzentrationen für Kohlendioxid (CO₂), Ammoniak (NH₃) und Schwefelwasserstoff (H₂S)

Schadstoff		MTK-Wert TGL 29 084	MAK _D -Wert TGL 22 310/01
CO ₂	ppm; V/V	3 500	4 900
	%	0,350	
	mg/m ³	6 430	9 000
	g/kg	5,35	
NH ₃	ppm; V/V	30	35
	%	0,003	
	mg/m ³	21,3	25
	g/kg	0,02	
H ₂ S	ppm; V/V	5	11
	%	0,0005	
	mg/m ³	7,05	15
	g/kg	0,006	

1) Volumenanteil

konzentrationen und Wohnsiedlungen sowie Bepflanzungen vorgegeben. Dabei ist zu berücksichtigen, daß sowohl die Staubbelastung als auch die Emissionen von Ammoniak nicht weiträumig, sondern sehr engräumig wirken.

Wirkungen von Emissionen in der Umwelt

Bei Emissionen im Territorium unmittelbar an der Anlage in gasförmiger Form wirken folgende Ausdünnungskoeffizienten in windigen Lagen und bei instabilem Wetter:

1,0	direkter Ausstoß am Luftschaft
0,1	in 100 m Entfernung
0,01	in 200 m Entfernung
0,001	in 600 m Entfernung
0,0001	in 1 200 m Entfernung.

Bei stabiler bzw. neutraler Wetterlage werden weit geringere Ausdünnungen der Schadstoffe erreicht. Nach Vetter sanken die Ammoniakgehalte in der Abluft von Ställen sogar innerhalb der ersten 10 m auf ein Zehntel, nach 100 m auf 2 bis 3% der Ausgangswerte (Tafel 4). Die für Gase abgeleitete Ausbreitungsfunktion ist für Staub und die anderen teilchenförmigen Beimengungen als *Minimalkurve* zu bezeichnen, da Staubteilchen aufgrund ihrer Sinkgeschwindigkeit die Verdünnungsrate erhöhen. Zweistufige Staubanalysen zeigen, daß bei insgesamt 2,58 mg/m³ Staub der Anteil an Grobstaub 2,36 mg/m³ beträgt. Grobstaub hat ein besonders hohes Sinkvermögen. Der NH₃-Gehalt der Luft wird besonders durch hohe Temperaturen, trockenen Stallung und Stallschmutz sowie durch Bewegung in der Gülle erhöht. Da NH₃ wasserlöslich ist, wirken ständige Reinigungsmaßnahmen in den Ställen reduzierend auf die Verschmutzung der Luft mit NH₃.

Der Kohlendioxid- und Schwefelwasserstoffgehalt in der Stallluft bewirkt in der Umgebungsluft von Schweineproduktionsanlagen, wenn die TGL-Werte eingehalten werden, aufgrund des Verdünnungsgrades außerhalb der Anlagen kaum schädigende Wirkungen, da die atmosphärische Luft weit stärker belastet ist, als diese Stoffe bei entsprechenden Verdünnungskoeffizienten ausmachen. Nicht auszuschließen ist jedoch die komplexe Wertung aller Schadstoffe auf Umweltschäden bei größeren Schweineproduktionsanlagen. Die Schäden wurden dabei vorwie-

gend an Waldbeständen in unmittelbarer Nähe der Schweineanlagen registriert (in Windrichtung), nicht in größeren Entfernungen. Die Blätter der Bäume zeigten am Blatttrand bis zur Mitte eine rötlich-braune bis grau-schwarze Verfärbung (Ausfällung von Gerbstoff). An Koniferen verfärbten sich zuerst die Nadelspitzen gelblich bis braun, Fichten zeigt sich eine Rotfärbung der Nadeln.

Wie aus den vorliegenden Ausführungen, denen eine Auswertung vieler Literaturinformationen voranging, zu entnehmen ist, sind sehr vielseitige Forschungsarbeiten erforderlich, um die Wechselbeziehungen zwischen Umwelt und Stallluft zielgerichtet zur Verbesserung der Umwelt zu optimieren. Die vorhandenen größeren Schweineproduktionsanlagen erfordern gesonderte territoriale Untersuchungen, um die Probleme mit Umwelt und Stallluft für die spezifischen Standorte lösen zu können.

Zusammenfassung

Im Beitrag wurden zusammengefaßte Schwerpunkte zur Umweltbelastung durch die Stallluft von Schweineproduktionsanlagen erarbeitet. Eine richtige Bewertung der Stallluftbelastung muß spezifisch für die Anlagen am Standort vorgenommen werden. Dabei müssen zukünftig Ökologie und Ökonomie eine Einheit bilden. Die vorliegenden Forschungsarbeiten sind gegenwärtig nicht ausreichend, um die phytotoxische Schwelle bei den Schweinekonzentrationen exakt zu bestimmen. Vorliegende Erkenntnisse müssen jedoch in den Territorien für die Bestimmung der Schweinekonzentration und der erforderlichen Wohnsiedlungen genutzt werden.

Literatur

- Mehlhorn, G.: Probleme der Lufthygiene unter den Bedingungen der industriemäßigen Tierproduktionsanlagen. In: *Sammelband der Vorträge zum internationalen Symposium „Emission und Immission von Schadstoffen in der Tierproduktion“* vom 13. bis 15. November 1979 an der Karl-Marx-Universität Leipzig, Band 1, S. 10–27.
- Miner, I. R.: Geruchsstoffe in der Tierproduktion. In: *Sammelband der Vorträge zum internationalen Symposium „Emission und Immission von Schadstoffen in der Tierproduktion“* vom 13. bis 15. November 1979 an der Karl-Marx-Universität Leipzig, Band 1, S. 28–44.
- Hilliger, H. G.: Beeinflussung der Schadgaskonzentration und Geruchsemissionen in und aus Tierproduktionsanlagen. In: *Sammelband der Vorträge zum internationalen Symposium „Emission und Immission von Schadstoffen in der Tierproduktion“* vom 13. bis 15. November 1979 an der Karl-Marx-Universität Leipzig, Band 1, S. 28–44.

Fortsetzung auf Seite 389

Arbeitshygienische Beurteilung von Gülle- und Jaucheanlagen

Dipl.-Phys. W. Klodt/OMR Dozent Dr. sc. med. H. Meubrink, Arbeitshygieneinspektion des Bezirkes Schwerin

Problemstellung

Im Bezirk Schwerin sind rd. 32% der Rinder-, 45% der Schweine- und 65% der Geflügel-tierplätze mit Gülleentmistungsverfahren ausgestattet.

Unzulänglichkeiten bei diesen Anlagen bzw. bei deren Bedienung waren häufig Ursachen für Unfälle mit z. T. tödlichem Ausgang.

Zu 79 Gülleanlagen des Bezirkes Schwerin, die im Jahr 1988 überprüft wurden, lassen sich folgende Sachverhalte darstellen:

- 65,7% der Anlagen sind älter als 10 Jahre. Die Ausrüstungen und Baukörper dieser Anlagen sind technisch und moralisch verschlissen und entsprechen nicht mehr den Anforderungen bezüglich der Schutzgüte [1] und der erforderlichen Lagerkapazität [2].
 - In 34,2% der Betriebe bestehen Mängel in der leitungsmäßigen Durchsetzung der Anforderungen des Gesundheits-, Arbeits- und Brandschutzes [3, 4, 5].
- Zu den häufigsten Mängeln gehören unaktuelle oder fehlende betriebliche Regelungen, fehlende Festlegungen zur Ausstellung von Befahrerlaubnissen und Betretenehmigungen für Gülleanlagen durch den Betriebsleiter.
- 35,4% der Gülleanlagen sind unzureichend beschildert und nicht gegen unbefugtes Betreten gesichert.
 - Fragen der Ersten Hilfe, der Alarmierung mit Hilfe des Telefons bei Havarien und der Havarieplanung sowie der Durchfüh-

rung des Antihavarietrainings sind in 44,4% der Anlagen nicht durchgesetzt.

- Von den überprüften Betrieben verfügen 13,9% nicht über die erforderlichen Körperschutzmittel. Vor allem fehlen entsprechende Atemschutz- und Prüfgeräte zur sicheren Bewirtschaftung der Gülleanlagen.

Verstärkt wurden in jüngster Zeit Gülle- und Jaucheanlagen rekonstruiert. Die Ursachen liegen vor allem in dem hohen technischen und moralischen Verschleiß der Anlagen und in der zu geringen Lagerkapazität. Im Zusammenhang mit der Rekonstruktion ist es wichtig, daß die möglichen akuten Gesundheitsgefahren für das Bedienpersonal (Schlosser, Anlagenfahrer, Güllewarte) und das Stallpersonal von den Projektierungs- sowie Anwenderbetrieben in vollem Umfang erkannt und entsprechende sicherheitstechnische Vorkehrungen getroffen werden.

Gesundheitsgefahren durch Gülle

Gülle ist ein weitgehend fließfähiges Kot-Harn-Gemisch mit oder ohne Wasserzusatz, dem Einstreu- und Futterreste beigemischt sind. Dieses Kot-Harn-Gemisch unterliegt ständig mikrobiologischen Umsetzungen, in deren Folge sich auch der physikalisch-chemische Status ändert. Von gravierendem Einfluß auf die chemisch-biologischen Prozesse sind Qualität und Menge der in Abhängigkeit von Tierart, Nutzung, Leistung und Fütterung im Kot und Harn ausgeschiedenen organischen und anorganischen Stoffe, der Wassergehalt der Gülle, die Lagerbedingungen und Lagerzeiten und die äußeren Bedingungen der Güllebehandlung, wie Temperatur, Luftzutritt, Bewegungszustand u. a. m. Bei diesen Vorgängen entstehen die Schadgase Schwefelwasserstoff (H_2S), Kohlendioxid (CO_2), Ammoniak (NH_3) und Methan (CH_4). Diese Gase sind in der Gülle gelöst und werden in gefährlichen Mengen freigesetzt, wenn die Gülle bewegt wird, z. B. Pumpen, Homogenisieren, Abfließen und Spülen.

Für alle Gülleanlagen ist in [4] festgelegt, in jedem Fall als Leitgas Schwefelwasserstoff

Tafel 1. Ausgewählte Eigenschaften und Grenzwerte für Schwefelwasserstoff (H_2S)

Farbe	farblos
Geruch	unangenehm, nach faulen Eiern
Dichte	1,56 g/m ³
Explosionsgrenze	60...650 g/m ³ Luft
Geruchsschwelle	1,4 mg/m ³
maximal zulässige Arbeitsplatzkonzentration (MAK)	15 mg/m ³
gefährliche Konzentration	300 mg/m ³ (rd. 0,5 bis 1 h)
lebensgefährliche Konzentration	600 mg/m ³

(H_2S) und bei Schafhaltung zusätzlich die Ammoniakkonzentration (NH_3) zu messen. Schwefelwasserstoff muß als Hauptgiftstoff bewertet werden. Es ist ein farbloses Gas mit einem unangenehmen Geruch, das in lebensgefährlichen Konzentrationen die Geruchsnerve lähmt. Dadurch ist eine geruchliche Wahrnehmung nicht mehr sicher möglich. Aufgrund der hohen Giftigkeit kommt es schon nach wenigen Atemzügen zu schnell eintretender Bewußtlosigkeit mit anschließenden Krämpfen und Atemlähmung. Dadurch besteht zusätzlich die Gefahr des Ertrinkens in der Gülle.

Schwefelwasserstoff hat eine rd. 1,5fach höhere Dichte gegenüber Luft und sammelt sich in Fußbodennähe bzw. in Vertiefungen an (Tafel 1).

Mit sehr hohen bzw. lebensgefährlichen Schadstoffkonzentrationen muß immer während und nach plötzlichen und unkontrolliertem Gülleaustritt aus Leitungen oder anderen Anlagenteilen, beim Überfüllen von Gülle in Behälter und bei provoziertem Gasaustritt aus Lagerbehältern durch Lufthomogenisierungseinrichtungen oder Belüftungskreisel gerechnet werden (Tafel 2). Umfangreiche Schadstoffmessungen in Gülleanlagen zeigen, daß die Schwefelwasserstoffkonzentration innerhalb einer Gülle- und Jaucheanlage erheblichen Schwankungen unterliegt. Be-

Fortsetzung von Seite 388

mission von Schadstoffen in der Tierproduktion" vom 13. bis 15. November 1979 an der Karl-Marx-Universität Leipzig, Band 1, S. 120-146.

z. T.: Emissionen aus Stallanlagen. In: Umweltschutz und Tierhaltung in der niedersächsischen Landwirtschaft, Oldenburg 1982. Herausgeber: Landwirtschaftskammer Hannover.

Abshoff, A. J.: Emissionen aus Anlagen der Schweineproduktion. In: Umweltschutz und Tierhaltung in der niedersächsischen Landwirtschaft, Oldenburg 1987, S. 35-42. Herausgeber: Landwirtschaftskammer Hannover.

Krause, K.-H.: Behandlung von Transport und Ausbreitung gasförmiger luftfremder Stoffe in der Umgebung von Tierhaltungen. Grundlagen der Landtechnik, Düsseldorf (1988)1, S. 1-9.

Vetter, H.: Immission durch Tierhaltungsbetriebe. In: Umweltschutz und Tierhaltung in der niedersächsischen Landwirtschaft, Oldenburg 1988, S. 11-25. Herausgeber: Landwirtschaftskammer Hannover.

Jansen, J.; Krause, K.-H.: Stallintensive Beeinflussung der Gesamtemission aus Tierhaltungen. Grundlagen der Landtechnik, Düsseldorf (1987)6, S. 213-220.

Oldenburg, J.: Geruchs- und Ammoniak-Emissionen aus der Tierhaltung. KTBL-Broschüre, Darmstadt 1989. A 5932

Tafel 2. Schwefelwasserstoffkonzentration an ausgewählten Meßstellen

Meßstelle	Schwefelwasserstoffkonzentration mg/m ³	Bemerkungen
Stall (Rinder, Schweine)	1...20	intakte Lüftung, höchste Konzentration in Spaltenbodennähe
Güllepumpe mit Tiefbauteil		
- Normalbetrieb (Rinder, Schweine)	...10	Lüftung in Betrieb
- Havariezustand mit ausgetretener Rindergülle	> 1 200	massiver Gülleaustritt
- Grobstoffabscheider	150...700	Aufstellung im Raum mit natürlicher Lüftung (geöffnete Tore)
Gütlagerbehälterrand mit Rindergülle	5...400	hohe Konzentration, bei Inbetriebnahme Belüftungskreisel im Domschacht beim Befüllen
Flüssigmisttank-anhänger HTS 100.27	> 1 200	
Flüssigmisttank-anhänger HTS 100.27	300	im Domschacht rd. 0,5 h nach dem Entleeren
beim Ausbringen von Rindergülle		