

Monika Krause, Julia Seiler-Petzold, Annett Reinhardt-Hanisch und Thomas Jungbluth

Unfälle durch Schadgase aus Flüssigmist in schweinehaltenden Betrieben

Die Unfallgefahr durch Schadgase aus Flüssigmist wird sehr oft unterschätzt, tödliche Unfälle für Mensch und Tier sind die Folge. Neun schweinehaltende Betriebe wurden aufgesucht, um Ursachen zu ermitteln, die zu Unfällen geführt hatten. Gleichzeitig wurden punktuell Schadgasmessungen in den Ställen durchgeführt. Fehlende Geruchverschlüsse, schlecht eingestellte Lüftungsanlagen, unglückliche Umstände und zu geringes Wissen über die Bedingungen der Gasfreisetzung waren die Hauptgründe für die Unfälle.

Schlüsselwörter

Unfall, Schadgas, Schwefelwasserstoff, Ammoniak, Flüssigmist, Schwein

Keywords

Accident, harmful gas, hydrogen sulfide, ammonia, liquid manure, pig

Abstract

Krause, Monika; Seiler-Petzold, Julia; Reinhardt-Hanisch, Annett and Jungbluth, Thomas

Accidents with gases from liquid manure in pig farms

Landtechnik 65 (2010), no. 6, pp. 438-441, 3 figures, 1 table, 8 references

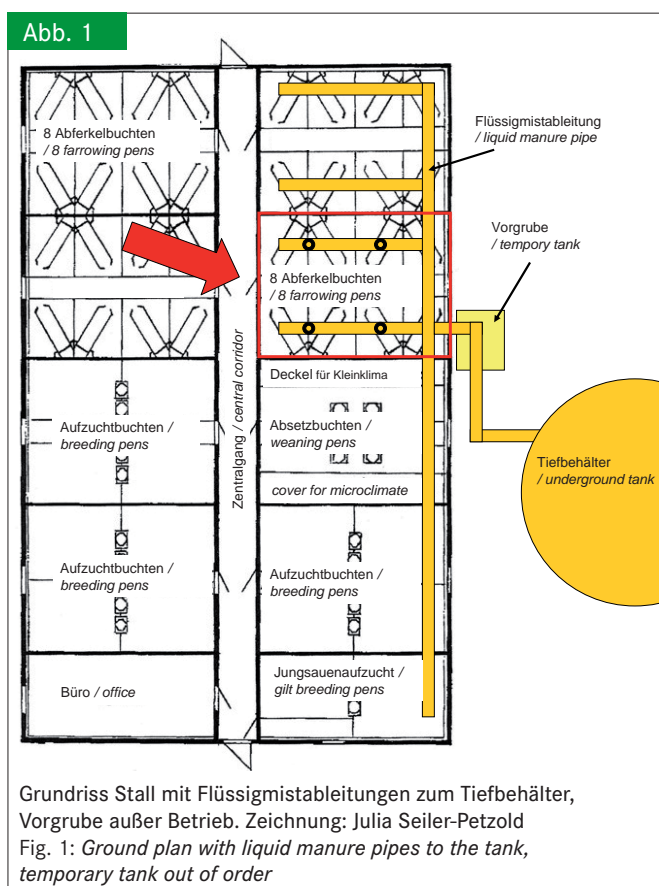
The risk of accidents with gases from slurry is often underestimated by farmers, deadly accidents of humans and animals are the result. Nine pig farms were visited to picture the facts, which had passed to accidents. At the same time selective measurements of slurry gases were made in stables. Unavailable gas stopper, badly regulated ventilation systems, unfortunate circumstances and too little knowledge about the conditions of gas release have been the reasons for these accidents.

Die Unfallgefahr durch Schadgase beim Umgang mit Flüssigmist in Form von Vergiftung, Erstickung und Explosionen wird sehr oft unterschätzt. Solche Unfälle mit Personen werden durch die landwirtschaftlichen Berufsgenossenschaften erfasst. Darüber hinaus gibt es eine hohe Dunkelziffer von nicht gemeldeten Beinahe-Unfällen, auch Tierverluste sind immer wieder zu beklagen.

Für die im Folgenden dargestellte Untersuchung wurden neun schweinehaltende Betriebe besucht, die der landwirtschaftlichen Berufsgenossenschaft Baden-Württemberg durch Güllegasunfälle bekannt waren. Die Betriebsleiter wurden zu Betrieb und Unfallgeschehen befragt; vorhandene Baupläne wurden eingesehen. Es sollten die Umstände untersucht und dargestellt werden, die zu den Schadgasunfällen geführt hatten. Besonderes Augenmerk wurde auf Entmistungsvorrichtungen einschließlich Lagerbehälter und Lüftungsanlagen gelegt. Daneben wurden Schadgasmessungen in Ställen und Flüssigmistlagerbehältern durchgeführt. Es wurde das Mehrgasmessgerät Multiwarn II der Firma Dräger eingesetzt, das eine kontinuierliche Überwachung mehrerer Gase ermöglichte. Kohlendioxid (CO₂; 0–25 Vol.-%) wurde mit einem Infrarot-Sensor gemessen, Methan (CH₄; 0–100 % UEG) mit einem katalytischen Ex-Sensor sowie Ammoniak (NH₃; 0–200 ppm) und Schwefelwasserstoff (H₂S; 0–100 ppm) mittels elektro-chemischer Sensoren. Mit den Landwirten wurden zudem bereits getroffene und weitere Maßnahmen zur Unfallvermeidung diskutiert.

Beschreibung eines tödlichen Unfalls

Exemplarisch für die neun Unfälle wird die Situation auf einem bestimmten Betrieb genauer beschrieben: Der Stall, Baujahr 1995, war in zehn Abteile mit Zentralgang unterteilt, er wurde als Abferkelstall sowie zur Ferkelaufzucht genutzt (**Abbildung 1**). Der Flüssigmist wurde unter dem Spaltenboden gestaut und



über Rohrleitungen, die mit Stöpseln verschlossen waren, in den geschlossenen Tiefbehälter geleitet. Eine ursprünglich zwischengeschaltete Vorgube war wegen schlechter Funktion mittels Direktverbindung durch ein Rohr außer Funktion gesetzt worden. Der Flüssigmistzulauf in den Tiefbehälter lag etwa 1 m unterhalb seiner Betondecke. Durch die Unterdrucklüftung wurde die Zuluft vom Zentralgang über manuelle Schieber in die Abteile geführt (**Abbildung 2**) und dort über Rieselkanäle verteilt. Die Absaugung erfolgte Unterflur, dabei waren die Abluftquerschnitte eindeutig zu klein dimensioniert (**Abbildung 3**).

Der Unfallhergang ließ sich wie folgt rekonstruieren: Da es morgens kalt war, lief die Lüftung im voll belegten Abferkelabteil auf Minimalluftfrate. Der Landwirt ließ Flüssigmist ab, indem er mit einem Haken den Stöpsel aus der Rohrentmistung zog.

Gleichzeitig wurde der Flüssigmist im Lagerbehälter mit einer Tauchschneidpumpe homogenisiert und mit einem Pumpentankfass abgepumpt. Etwa eine Stunde später betrat der Landwirt das Abteil wieder, um das Rohr mit dem Stöpsel zu verschließen. Dabei beugte er sich in die Bucht, vermutlich sogar in den Kanal hinunter (Stöpsel verloren oder schlecht aufgesetzt?) und atmete zu viel Schwefelwasserstoff ein, was zu seinem Tod führte. Eine weitere Person wollte zur Hilfe eilen, betrat das Abteil, wurde sofort bewusstlos, fiel aber mit dem Oberkörper hinaus auf den Zentralgang und überlebte so. Die Tiere im Abteil überlebten, da sie sich auf dem planbefestigten Bereich der Bucht befanden. Es ist jedoch nicht bekannt, ob sie bewusstlos waren. Zum Zeitpunkt des Unfalls war der

Lagerbehälter zum größten Teil entleert und die Pumpe arbeitete an der Oberfläche, so wurden verstärkt Gase, besonders H_2S , ausgetrieben und konnten durch das Rohr in das Abteil zurückströmen.

Gasmessungen beim Ablassen einer Rohrentmistung

Um eine Vorstellung davon zu bekommen, welche Gaskonzentrationen bei diesem Unfall aufgetreten sein könnten, wurde versucht, die Situation nachzustellen, jedoch waren die Abferkelbuchten leer, die Unterflurlüftung lief auf ihrem Maximalwert und es wurde im Lagerbehälter nicht homogenisiert. Im leeren Abteil, etwa 50 cm über dem perforierten Boden, wurden die Gaskonzentrationen gemessen (**Tabelle 1**). Vor dem Ablassen der Gülle lagen die Gaskonzentrationen im leeren Abferkelabteil in einem normalen Bereich. Nach dem Ziehen des Stöpsels stiegen die NH_3 -Werte bis knapp unter die Messgrenze auf 200 ppm an und die H_2S -Werte erhöhten sich deutlich auf knapp 40 ppm. Nach Ablauf des Flüssigmistes sank die Gaskonzentration wieder bei der Messung oberhalb des perforierten Bodens, unterhalb davon war sie jedoch sowohl für NH_3 als auch für H_2S extrem hoch, sodass bei längerem Einatmen mit toxischer Wirkung zu rechnen wäre. Durch das Flüssigmistablassen in den Lagerbehälter konnten dort auch

extrem hohe Gaskonzentrationen nachgewiesen werden. Inzwischen wurden auf diesem Betrieb als Verbesserungsmaßnahmen nicht verschließbare Zuluftschächte eingebaut, um immer eine Mindestlüftungsrate zu gewährleisten. Beim Ablassen des Flüssigmistes wird die Lüftungsrate im Abteil zudem erhöht. Als weiterführende Maßnahmen sollen die Öffnungen der Unterflurabsaugung erweitert werden, da die Querschnitte bisher eindeutig zu klein ausgeführt sind. Die Direktleitung vom Stall zum Behälter soll wieder außer Kraft gesetzt werden, um einen Geruchsverschluss einzubauen.

Übersicht zum Unfallhergang auf den untersuchten Betrieben

Bei den Unfällen auf den neun insgesamt untersuchten Betrieben wurden auf vier Betrieben Personen geschädigt und eine davon getötet; auf fünf Betrieben verendeten Schweine. Diese Unfälle lassen sich folgendermaßen zusammenfassen: zweimal wurde Flüssigmist aus einem Kanal abgelassen, während gleichzeitig im Lagerbehälter Flüssigmist aufgerührt wurde, ohne dass sich ein Geruchsverschluss in der Ableitung befand; einmal war der Stöpsel der Ableitung eines anderen Abteils beim Ablassen von Flüssigmist offen und ein anderes Mal beim Spülen die Spüleleitung eines anderen Abteils, sodass jeweils Tiere im Nachbarabteil umkamen. Viermal kam es bei Spülvorgängen zu Unfällen, einmal beim Aufrühren eines Güllekellers. Nur ein einziger Betrieb hatte einen Geruchsverschluss in Form eines Siphons in der Gülleableitung eingebaut. Außer-

dem stellte sich heraus, dass in acht Betrieben die Lüftungsrate zu niedrig war oder es grundsätzlich Lüftungsprobleme gab. Des Weiteren waren in sieben Betrieben die Bedieneinrichtungen – Stöpsel/Schieber von Ablasserichtungen oder Hähne von Spüleinrichtungen – in den Buchten bzw. im Abteil, also in der Gefahrenzone installiert. In fünf Fällen waren die Stallabteile noch mit Schweinen belegt. Eine Sicherungsperson gab es auf keinem Betrieb; in zwei Fällen versuchten andere Personen zu helfen, wobei sich beide ebenfalls in Lebensgefahr begaben. Gravierendes Fehlverhalten legte eine Landwirtsfamilie an den Tag, die ihre Zigarettenkippen in einem Tiefbehälter zur Güllelagerung entsorgte.

Weitere Gasmessungen auf den untersuchten Betrieben

Auf den acht Betrieben ohne tödlichen Unfall eines Menschen wurden in Abteilen, die mit Schweinen besetzt waren, punktuell 39 Gasmessungen vorgenommen. Dabei wurden die in der Tierschutz-Nutztierhaltungs-Verordnung [1] vorgesehenen Grenzwerte überschritten: viermal bei CO₂ (0,30–0,50 Vol.-%), vierzehnmal bei NH₃ (22–77 ppm) und einmal bei H₂S (6 ppm). Die meisten dieser Grenzüberschreitungen ließen sich auf unzureichende Lüftung zurückführen, z. B. durch bauliche Mängel, geschlossene Schieber in der Zuluftöffnung, zu niedrig eingestellte Ventilatorenleistungen oder stark verschmutzte Zu- und Abluftöffnungen. Die Gasmessungen in neun Tiefbehältern auf sechs Betrieben erbrachten Konzentrationen, die in

Tab. 1

Gasmesswerte beim Nachstellen des Unfalls

Table 1: Gas measurement by re-enacting the accident

Standort der Messung Place of measurement	CO ₂ [Vol.-%]	CH ₄ [% UEG]	NH ₃ [ppm]	H ₂ S [ppm]
Abferkelabteil unbelegt, 50 cm über perforiertem Boden <i>Farrowing pen without animals, 50 cm above grid</i>	0,03	0	8,6	0,8
Stöpsel gezogen, 50 cm über perforiertem Boden <i>Pulled plug, 50 cm above grid</i>	0,06	0	198	38,8
Flüssigmist ist abgelassen, 50 cm über perforiertem Boden <i>Liquid manure run off, 50 cm above grid</i>	0,03	0	88,9	14,8
Flüssigmist ist abgelassen, 40 cm unter perforiertem Boden <i>Liquid manure run off, 40 cm below grid</i>	0,14	0	>200	>100
Behälter, Flüssigmist ist aus Abteil abgelassen, 50 cm unter Behälterdecke <i>Tank, liquid manure run off farrowing pen, 50 cm below tank ceiling</i>	0,27	3,0	>200	90,6
Vergleichswerte <i>Relation value</i>				
Grenzwert nach TierSchNutzTV [1] <i>Limit value according to TierSchNutzTV [1]</i>	0,3 Vol.-% = 3 000 ppm	—	20	5
Tödlich <i>Deadly</i>	9-10 %	—	5 000	500
UEG (Untere Explosionsgrenze) <i>UEG (Lower explosion limit)</i>		4,4 Vol.-% = 44 000 ppm		

vier Behältern Stallluftansprüchen genügen würden. Die CO₂-Konzentrationen stiegen bis auf 2,29 Vol.-% (= 22 900 ppm) an. Methan wurde entweder nicht gemessen oder in vier Behältern mit 12,9-23,3% der unteren Explosionsgrenze (\approx 10 000 ppm). Ammoniak wurde in vier Behältern in Konzentrationen zwischen 31,3 und 66 ppm und in einem Behälter über 200 ppm nachgewiesen. Keiner dieser Werte allein wäre lebensbedrohlich gewesen, jedoch verdrängen diese Gase den Sauerstoff in den geschlossenen Behältern.

Ratschläge zur Unfallverhütung

Lüftung: Beim Aufrühren oder Umspülen von Flüssigmist werden vermehrt Gase freigesetzt, besonders H₂S. Dieses wird oft schwallartig an die Stallluft abgegeben [2]. Um problematischen Gaskonzentrationen vorzubeugen, sollte für eine ausreichende Durchlüftung des Stalles gesorgt werden, d. h. die Lüftung sollte auf maximaler Leistung laufen [3; 4; 5]. Genau entgegengesetzt wird teilweise in der Fachliteratur argumentiert [6]: „Die Lüftungsanlage ist kurzfristig auszuschalten, um ein Vermengen der stark belasteten Luft über der Gülle mit der übrigen Stallluft zu vermeiden.“ Diese Aussage ist irritierend und gefährlich, da ein kurzfristiges Ausschalten der Lüftungsanlage lebensgefährliche Gaskonzentrationen nicht reduziert. Eine Unterflurabsaugung mit Maximalluftfrate kann am schnellsten Abhilfe schaffen.

Geruchsverschluss: Es ist Stand der Technik, dass zwischen Stall und Lagerbehälter – auch für Schweineflüssigmist – ein Geruchsverschluss eingebaut werden muss [3; 5; 7]. Dafür gibt es mehrere Möglichkeiten: Rohrsiphon, Tauchzunge, Tauchrohr oder einen Schieber, dessen Ende sich immer im Flüssigmist befindet [4]. In der Praxis dagegen wird im Schweinebereich ein Geruchsverschluss, z. B. ein Rohrsiphon, meist weggelassen, da die Meinung vorherrscht, dass er sich gerne durch Sinkschichten (Minerale, Sand) zusetzen würde. Aufgrund dessen werden Schieber und Stöpsel eingebaut, die jedoch in den wenigsten Fällen gleichzeitig als Gasverschluss dienen. Problematisch wird diese Anordnung außerdem, falls unbeabsichtigt ein anderer Schieber offen steht, sodass Gase in andere, mit Tieren besetzte Abteile zurückströmen können.

Spüleinrichtung und Flüssigmistableitung: Die Spüleinrichtungen sind nahezu alle an den Außenwänden im Abteil angebracht, d. h. beim Öffnen und Schließen der Hähne befindet sich der Landwirt meist direkt über der Stelle, an der die Spülflüssigkeit auf den feststehenden Flüssigmist im Kanal trifft. Dies führt zu einer Gasfreisetzung, besonders von H₂S. Auch die Schieber oder Stöpsel der Flüssigmistableitung befinden sich in den meisten Fällen im Abteil, z. T. muss man sich stark bücken, um sie zu öffnen oder richtig zu schließen. Für beide Fälle – Ablass- und Spüleinrichtung – wäre eine Anordnung auf dem Zentralgang günstiger [4; 8], da die Übersicht einfacher und die Handhabung gefahrloser wäre. Des Weiteren sollten sich beim Ablassen oder Umspülen keine Tiere im Abteil befinden. Die Personen sollten das Betreten bzw. das Arbeiten im Stall auf ein Minimum reduzieren. Tritt ein Schadgasunfall ein, so kom-

men häufig die Retter zu Schaden, weil sie ebenfalls die tödlichen Gase einatmen. Als erstes müssen Feuerwehr und Notarzt verständigt werden, alle GÜllerührwerke und -pumpen sind abzuschalten und für Frischluft ist zu sorgen. Erst jetzt kann ein Rettungsversuch unternommen werden, wenn mindestens zwei weiteren Personen sichern [4].

Schlussfolgerungen

Die untersuchten Betriebe unterscheiden sich in ihren Gegebenheiten stark voneinander: Es gibt unterschiedliche Verfahren, die verschieden gehandhabt werden, die Arbeitsabläufe werden individuell durchgeführt. Die meisten Unfälle geschehen durch Missachtung der Sicherheitsvorkehrungen und/oder durch bauliche und lüftungstechnische Fehler. Eine weitere wichtige Unfallursache ist Unachtsamkeit, z. B. wenn vergessen wird, Schieber oder Stöpsel nach dem Ablassen der Gülle wieder zu schließen. Die meisten Unfälle können der Entstehung hoher Konzentrationen an Schwefelwasserstoffgas zugeschrieben werden, aber auch die Verdrängung von Luftsauerstoff durch Gasgemische kann in kleineren Abteilen eine mögliche Ursache sein.

Weitere Forschung mit exakten Schadgasmessungen beim Ablassen, Aufrühren und Spülen mit Flüssigmist sind dringend erforderlich. Gleichzeitig dazu sollten Unfallschutz-Empfehlungen aktualisiert werden. Nur eine permanente Sensibilisierung und Schulung der Landwirte wird vor weiteren, auch tödlichen, Unfällen schützen.

Literatur

- [1] TierSchNutztV (2009): Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung – Verordnung zum Schutz landwirtschaftlicher Nutztiere und anderer zur Erzeugung tierischer Produkte gehaltener Tiere bei ihrer Haltung vom 01.10.2009
- [2] Nosal, D. (1997): Schadgase in Milchvieh-Laufställen: Vorkommen von Schwefelwasserstoff (H₂S) bei der Güllelagerung unter Spaltenböden in offenen Ställen und Laufhöfen. FAT-Berichte Nr. 500, FAT, Tübingen
- [3] Boxberger, J. et al. (1994): Stallmist fest und flüssig. Schriftenreihe der Bauberatung Zement, Düsseldorf. Hg. Bundesverband der Deutschen Zementindustrie, Köln
- [4] Bundesverband der landwirtschaftlichen Berufsgenossenschaften (Hg.) (2002): Arbeitssicherheit aktuell - Flüssigmist. Kassel, 9. Aufl.
- [5] BVET (Bundesamt für Veterinärwesen, Schweiz) (2009): Fachinformation Tierschutz Nr. 8.6_(1)_d, 19. März 2009. <http://www.bvet.admin.ch/tsp/02204/02640/index.html?lang=de>, Zugriff am 09.09.2010
- [6] Bachmann, K.; Frosch, W. (2008): Ratgeber für Stallklimatisierung. Hg. Sächsisches Landeskuratorium Ländlicher Raum e.V., Nebelschütz-Miltitz und Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Halle/Saale. http://www.slk-miltitz.de/landwirtschaft_show.php?cmsin=landwirtschaft.unterthema.unterthema1, Zugriff am 09.09.2010
- [7] ALB-Bayern (1990): Flüssigmistableitung, Staurinnenentmischung für Schweineställe. Arbeitsblatt Landwirtschaftliches Bauwesen 15.03.01, Poing-Grub
- [8] Koch F.; Wöhler, H. (2005): Entmischung und Mistlagerung. In: Sauenhaltung und Ferkelaufzucht. Baubriefe Landwirtschaft, Heft 45, S. 106-111

Autoren

Julia Seiler-Petzold hat ihre Studienarbeit im Fachgebiet Tierhaltungssysteme (Leiter: **Prof. Dr. Thomas Jungbluth**) am Institut für Agrartechnik der Universität Hohenheim, Garbenstr. 9, 70599 Stuttgart, verfasst. **Dr. Monika Krause** und **Dr. Annett Reinhardt-Hanisch** sind dort wissenschaftliche Mitarbeiterinnen. E-Mail: monika.krause@uni-hohenheim.de