

Einfluß des Trockenmassegehalts auf die Veränderung der Dichte und der spezifischen elektrischen Leitfähigkeit der Schweinegülle

Dr.-Ing. J. Juriček, Forschungsinstitut für Landtechnik Rovinka (ČSSR)

Verwendete Formelzeichen

a, a_1, a_2	Koeffizienten
b, b_1, b_2	
S	% Trockenmassegehalt (Massekonzentration der Trockenmasse)
t	°C Temperatur
ρ	kg/m ³ Dichte der Gülle
ρ_t	kg/m ³ Dichte des Stoffes bei der Temperatur t
ρ_v	kg/m ³ Dichte des Wassers
ρ_{20}	kg/m ³ Dichte des Stoffes bei der Temperatur 20°C
γ	$\mu\text{S/m}^3$ spezifische elektrische Leitfähigkeit der Gülle

Problemstellung

Der Trockenmassegehalt der Schweinegülle einflußt die Dichte und deren spezifische elektrische Leitfähigkeit. Die mit der Temperaturerhöhung sinkende Dichte wird durch das Dehnungsvermögen der Flüssigkeit verursacht. Diese Abhängigkeit drückt Gl. (1) aus:

$$\rho_t = \rho_{20} (a t + b t^2 + \dots) \quad (1)$$

Mit der Druckerhöhung ist auch eine geringfügige Erhöhung der Dichte verbunden (Druckerhöhung von $9,807 \cdot 10^4 \text{ Pa} \cong$ Erhöhung der Dichte um 0,005% [1]). Mehrere Autoren untersuchten die Dichte von Rindergülle. Die durchgeführten Versuche [2, 3] ergaben, daß deren Dichte bei einem Trockenmassegehalt von 8 bis 11% 980 bis 1060 kg/m³ betrug.

Durch die Erhöhung des Trockenmassegehalts in der Rindergülle um 1% steigt die Dichte um 1,85 kg/m³ [4]. Die Veränderung der Dichte der Rindergülle in Abhängigkeit vom Trockenmassegehalt im Bereich von 2,5% bis 12% widerspiegelt Gl. (2) [5, 6]:

$$= 985,72 + 7,14 S. \quad (2)$$

Diese Abhängigkeit für Schweinegülle mit dem Trockenmassegehalt von 1,3 bis 19,3% gibt Gl. (3) wieder [7]:

$$\rho = 1035 + 2,047 S. \quad (3)$$

Die spezifische elektrische Leitfähigkeit wird am häufigsten für Milch, Trinkwasser, Abwasser- und Beregnungswasser bestimmt. Untersucht wird aber auch die spezifische elektrische Leitfähigkeit der Rinder- und Schweinegülle. Während der Versuche [4] wurden für die elektrische Leitfähigkeit der Rindergülle 1020 $\mu\text{S/cm}$ gemessen, während für die flüssige Fraktion nach der Separation in einer Zentrifuge 990 $\mu\text{S/cm}$ ermittelt wurden.

Durchführung von Untersuchungen

Für die Untersuchungen wurde Schweinegülle mit folgenden Parametern verwendet:

- Schweinegülle-Originalsubstanz
Die Schweine mit einer Masse von 80 bis 100 kg wurden mit Kraftfuttermisch gefüttert. Der Trockenmassegehalt wurde durch die Zugabe der separierten festen Fraktion im Bereich von 1,4 bis 7,1% variiert.
- flüssige Güllefraktion, die auf dem Bauer-

Hydrasieve-Bogensieb mit einem Trockenmassegehalt von 1,3 bis 3,5% separiert wurde

- feste Güllefraktion, die durch das Bauer-Hydrasieve-Bogensieb getrennt wurde und einen Trockenmassegehalt von 7,6 bis 10,7% aufweist.

Die Dichte wurde mit Hilfe des Pykrometers (Volumen 0,1 dm³) gemessen. Die Gülletemperatur wurde bei 20°C konstant gehalten. Der Trockenmassegehalt wurde nach folgender Methode ermittelt: Zuerst wurden die Proben mit einer Masse von 100 g unter Infrarotlampen vorgetrocknet und nach der Verdunstung der Flüssigkeit in der Trockenschleuse bei einer konstanten Temperatur getrocknet. Aus der Differenz der ursprünglichen und der getrockneten Proben wurde schließlich der Trockenmassegehalt ermittelt.

Die spezifische elektrische Leitfähigkeit wurde für die Schweinegülle und für die flüssige Güllefraktion bei einer Temperatur von 20°C mit dem Gerät Konduktoskom Typ 812 (Hersteller: Laborgeräte Prag) festgestellt.

Insgesamt wurden 125 Proben bearbeitet und mit Hilfe eines Computers im Forschungsinstitut für Landtechnik Rovinka ausgewertet. Die Werte wurden mit der Irrtumswahrscheinlichkeit $P = 0,05$ getestet.

Ergebnisse

Aus den gemessenen Werten wurden die Veränderungen der Dichte und der spezifischen elektrischen Leitfähigkeit in Abhängigkeit vom Trockenmassegehalt bestimmt. Die Veränderungen der Dichte in Abhängigkeit vom Trockenmassegehalt im Bereich von 1,3 bis 10,7% enthält Gl. (4):

$$\rho = \rho_v + a_1 S^{a_2} e^{-\frac{a_3}{S}} \quad (4)$$

Die Werte der Koeffizienten a, a_1, a_2 sind für die Schweinegülle (flüssige und feste Fraktion) unterschiedlich. Die Dichte der Schweinegülle mit dem Trockenmassegehalt von 1,4 bis 7,1% bewegte sich im Bereich von 1008 bis 1038 kg/m³, und die der festen Fraktion mit einem Trockenmassegehalt von 1,3 bis 3,5% liegt im Bereich von 1007 bis 1027 kg/m³. Der Verlauf dieser Abhängigkeit ist in den Bildern 1 bis 3 dargestellt.

Diese Ergebnisse können von Konstrukteuren und Projektanten für die Erarbeitung von Entwürfen für Behälter und Anlagen zur Förderung, Lagerung und Ausbringung von Schweinegülle genutzt werden. Die Veränderung der spezifischen elektrischen Leitfähigkeit der Schweinegülle in Abhängigkeit vom Trockenmassegehalt im Bereich von 1,3 bis 7,1% kann mit Gl. (5) ausgedrückt werden:

$$\gamma = b_2 (\log S)^2 + b_1 \log S + b. \quad (5)$$

Die Werte der Koeffizienten b, b_1, b_2 sind für die Schweinegülle und die flüssige Fraktion unterschiedlich.

Die spezifische elektrische Leitfähigkeit der Schweinegülle mit einem Trockenmassegehalt von 1,4 bis 7,1% bewegte sich im Be-

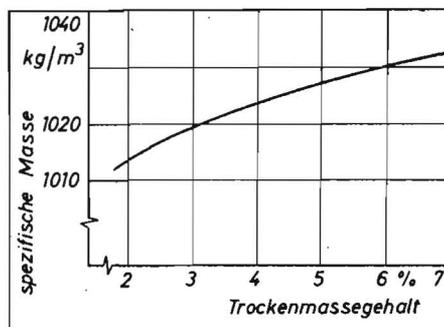


Bild 1. Spezifische Masse der Schweinegülle in Abhängigkeit vom Trockenmassegehalt

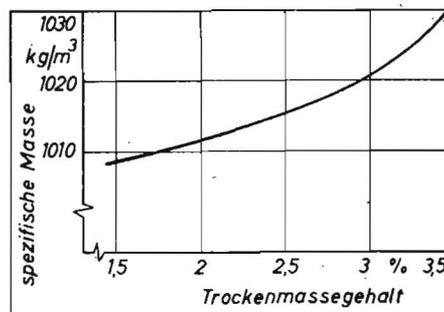


Bild 2. Spezifische Masse der flüssigen Fraktion der Schweinegülle in Abhängigkeit vom Trockenmassegehalt

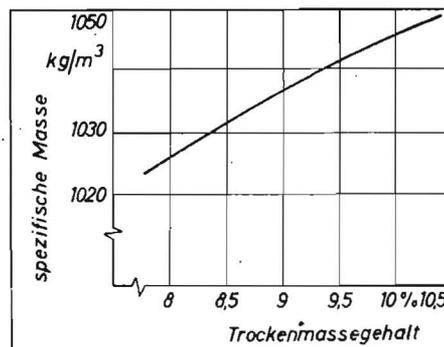


Bild 3. Spezifische Masse der festen Fraktion der Schweinegülle in Abhängigkeit vom Trockenmassegehalt

reich von 73,9 bis 60,1 $\mu\text{S/m}$, und für die flüssige Fraktion mit einem Trockenmassegehalt von 1,3 bis 3,5% waren es 70,7 bis 60,4 $\mu\text{S/m}$ (Bilder 4 und 5).

Die spezifische elektrische Leitfähigkeit hängt somit vom Trockenmassegehalt und besonders vom Mineralsalzgehalt ab. Diese Tatsache hat große Bedeutung für die Bearbeitung der Schweinegülle.

Zusammenfassung

Die Untersuchungen haben bewiesen, daß mit dem Zuwachs des Trockenmassegehalts auch die Dichte der Schweinegülle ansteigt. Der Dichtezuwachs von Schweinegülle hat bei der Erhöhung des Trockenmassegehalts um 1% den Minimalwert. Die Erhöhung des

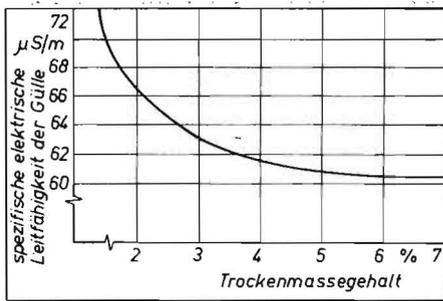


Bild 4. Spezifische elektrische Leitfähigkeit der Schweinegülle in Abhängigkeit vom Trockenmassegehalt

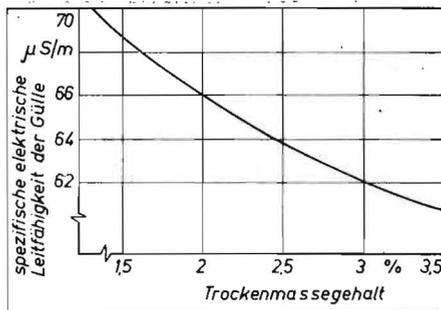


Bild 5. Spezifische elektrische Leitfähigkeit der flüssigen Fraktion der Schweinegülle in Abhängigkeit vom Trockenmassegehalt

Trockenmassegehalts bewirkt eine Änderung der spezifischen elektrischen Leitfähigkeit der Schweinegülle. Der Rückgang der spezifischen elektrischen Leitfähigkeit bei

der Erhöhung des Trockenmassegehalts von 1% ist bei der flüssigen Fraktion größer als bei der Schweinegülle.

Literatur

- [1] Hala, E.; Reiser, A.: Physikalische Chemie. Prag: Academia 1971.
- [2] Velebil, M.: Untersuchung der Voraussetzungen für die technische Gewährleistung des Betriebes bei der einstreulosen Einstellung. Forschungsinstitut für Landtechnik Prag – Řepy, Abschlußbericht 1970.
- [3] Türk, M.; Eckstädt, H.: Bemessungskatalog für die Gülledruckrohrleitungen in Berechnungsgrundlagen und Tabellen. Arbeiten zur Mechanisierung der Pflanzen- und Tierproduktion, Schlieben 4(1987)19.
- [4] Podstavek, B.: Die Kombination der Großflächenberechnungsanlage mit der Gülleberechnung. PPU Bratislava, Studie 1983.
- [5] Ducho, P.; Juriček, J.; Kovač, S.: Das spezifische Gewicht der Schweinegülle. Acta technologica agriculturae, Nitra XIX (1978) S. 141–147.
- [6] Ramacsay, L.: Physikalische Eigenschaften des Hühnerdunges bei der Käfigzucht. Forschungsinstitut für Landtechnik Rovinka, Dissertation 1974.
- [7] Tobiskova, J.; Jelinek, T.: Die Messung der Viskosität der Grenzfließspannung und der Dichte von Schweinegülle. Zemědělská technika, Prag 21(1975)1. A 5823

Erdreich-Wärmeübertrager für Stall-Lüftungsanlagen

Dipl.-Ing. S. Herkner, Bezirksinstitut für Veterinärwesen Schwerin

Dr. med. vet. G. Paar, Bezirksinstitut für Veterinärwesen Bad Langensalza

Dipl.-Ing. H. Kosbab, KDT, VEB Kombinat ILKA Luft- und Kältetechnik, Stammbetrieb für Forschung und Technik Dresden

Problemstellung

Das Stallklima stellt einen wesentlichen Umweltfaktor für Gesundheit, Leistungsfähigkeit und Wohlbefinden von Menschen und Tieren dar. Für Lüftungstechnische Anlagen sind unter der zusätzlichen Zielstellung einer rationellen Energieanwendung energiesparende Luftaufbereitungssysteme – auch für Ställe – von besonderem Interesse.

Ein Weg zur Energieeinsparung ist die Nutzung der regenerierbaren Energiequelle Erdwärme, die hauptsächlich von der Erdoberfläche durch Einstrahlung, Konvektion und Niederschläge kommende gespeicherte Energie darstellt. Das Nachströmen von Energie aus dem Erdkern kann gegenüber dem Wärmestrom von der Erdoberfläche im oberflächennahen Bereich vernachlässigt werden. Der Erdboden ist somit keine direkte Wärmequelle, sondern nur ein Puffer für die Aufnahme und Abgabe von Wärme mit günstiger Temperaturkonstanz und gutem Speicherverhalten. Die Temperatur des Erdreichs beträgt in Mitteleuropa in einer Tiefe von 5 bis 6 m fast gleichbleibend über das Jahr rd. $9^{\circ}\text{C} \pm 1,5^{\circ}\text{C}$.

Erdreich-Wärmeübertrager (EWÜ) können im Winter zum Vorwärmen von Außenluft, im Sommer zum Kühlen und in der Übergangszeit zum Ausgleich von Tag-Nacht-Schwankungen der Außenluft genutzt werden [1, 2, 3, 4]. Damit entsprechen sie den Anforderungen der Stallklimagestaltung und dem tierischen Leistungsverhalten während extremer Kälte- und Hitzeperioden sowie kurzzeitiger Temperaturschwankungen des Außenklimas.

Bekanntes Verfahren zur Nutzung von Sonnenenergie-Erdwärme durch EWÜ sind – EWÜ für Wärmepumpen mit im Erdreich verlegten flüssigkeitsführenden Rohr-

schlangen oder Platten [5, 6]

– offene EWÜ für Luft, bei denen ein Wärme- und Stoffaustausch beim direkten Durchströmen der Luft im Erdreich ohne Luftleitungen erfolgt [7, 8]

– geschlossene EWÜ für Luft, bei denen eine Wärmeübertragung durch im Erdreich verlegte Luftleitungen erfolgt [1, 2, 3, 4, 6, 9].

Nachfolgend sollen Prinziplösungen, Hinweise zur Auslegung und Realisierung sowie erzielte Effekte und Erfahrungen beim Betreiben von EWÜ für Luft beschrieben werden, die als Varianten in Versuchsanlagen mit Stall-Lüftungsanlagen in der DDR bekannt wurden.

Aufbau und Wirkungsweise

In den Bildern 1 und 2 ist der prinzipielle Aufbau von geschlossenen EWÜ für Stall-Lüftungsanlagen dargestellt.

Die Außenluft wird durch eine oder mehrere Luftleitungen in das Erdreich angesaugt oder gedrückt. Sie strömt direkt oder über Verteiler in die Wärmeübertragerleitungen und gelangt über einen oder mehrere Sammler zur Lüftungszentrale und anschließend über Luftleitungen und Luftauslässe in den Stall. In der Lüftungszentrale ist eine weitere Luftbehandlung, z. B. ein Nachheizen, möglich. Entsprechend dem vorhandenen Platzangebot und den Realisierungsbedingungen sind zwei Anordnungsvarianten der Wärmeübertragerleitungen in einer oder mehreren Ebenen möglich:

- Rohrverlegung neben dem Stallgebäude
- Rohrverlegung unter dem Stallgebäude.

Eine neuartige Lösung beinhaltet einen teilreversiblen EWÜ, bei dem im Winterbetrieb durch einen Teil der Luftleitungen warme

Stallabluft nach außen geführt wird (Bild 3). Damit soll einem Abkühlen des Erdreichs durch die kalte Außenluft entgegengewirkt werden, indem Wärme aus der Abluft im Erdreich gespeichert wird.

Effekte

Infolge der Temperaturdifferenz zwischen Erdreich und Außenluft erfolgt beim Durchströmen der Luftleitungen ein

- Vorwärmen der Außenluft im Winter
- Abkühlen der Außenluft im Sommer
- Nivellieren der Außenlufttemperatur und Tag/Nacht-Schwankungen sowie plötzlichen erheblichen Temperaturveränderungen.

Die Leistungskennziffer von EWÜ, d. h. das Verhältnis von erreichter energetischer Leistung zu installierter energetischer Leistung, beträgt auf der Basis Primärenergieverbrauch Rohbraunkohle für eine konventionelle Heizungs- und Kälteanlage rd. 15 bis 40 [8].

Hinweise zur Auslegung und Realisierung

Während für offene EWÜ in [8] eine mathematische Modellierung genannt wird, ist eine einfache und zuverlässige Berechnungsunterlage für geschlossene EWÜ in der Projektierungspraxis bisher nicht bekannt. Die Auslegung von Versuchsanlagen erfolgte mit experimentell ermittelten Werten.

Angaben zur Dimensionierung

Die Auslegung des EWÜ erfolgt allgemein nach dem maximalen Volumenstrom des Stalles für den Sommerbetrieb. Bei der Berechnung der Sommerluftstraten kann man nach [4] davon ausgehen, daß beim Betrieb eines EWÜ infolge der größeren zulässigen Temperaturdifferenz zwischen Zuluft und