

Project *brief*

Thünen-Institut für Agrartechnologie

2021/02

Die partielle Unterflurabsaugung zur Senkung der Emissionen und Verbesserung des Tierschutzes bei natürlich belüfteten Rinderställen

Julian Hartje¹, Stefan Linke¹

- **Verschärfte EU-Grenzwerte zur Emission von Ammoniak erhöhen den Druck auf Deutschland**
- **Größter Emittent von Ammoniak aus der Landwirtschaft ist die Rinderhaltung**
- **Die partielle Unterflurabsaugung bietet eine Möglichkeit, aktiv auf die Emissionen eines frei belüfteten Milchviehstalls einzuwirken**

Hintergrund

Die Emission von Ammoniak (NH₃) kann zur Versauerung von Böden und zu Stickstoffanreicherungen im Erdreich und in Gewässern führen – und damit zu einer Belastung der Ökosysteme. Daher fordert die NERC-Richtlinie 2016/2284, dass diese Emissionen in Deutschland – gemessen am Stand von 2005 – bis 2029 jährlich um 5% und ab 2030 um 29% reduziert werden. Circa 95% des emittierten Ammoniaks kommen aus der Landwirtschaft, wovon allein 52% aus der Rinderhaltung stammen.

Die partielle Unterflurabsaugung

Das Grundprinzip der partiellen Unterflurabsaugung besteht darin, den Luftraum in einen Oberflurbereich (Aufenthaltsbereich der Tiere) und einen Unterflurbereich (Gülle Keller) zu trennen. Die hohen Ammoniakkonzentrationen in Bodennähe werden im Güllekeller unter dem Spaltenboden abgesaugt und einem Abluftwäscher zugeführt. Dadurch gelangen die Luftschadstoffe nicht in den Atembereich der Tiere und bei Offenställen findet weiterhin eine windinduzierte natürliche Belüftung mit frischer Luft statt. Dieses Konzept ist bereits in der Schweinehaltung in zwangsbelüfteten Ställen untersucht worden. Die methodische Herausforderung besteht darin, einen möglichst geringen Luftvolumenstrom unterflur abzusaugen, um keine zusätzlichen Luftschadstoffe aus der Gülle freizusetzen.

Vorgehensweise

In dem Projekt wurde untersucht, inwiefern die Technik der partiellen Unterflurabsaugung aus der zwangsgelüfteten Schweinehaltung in Milchviehställen, die zumeist natürlich belüftet werden, genutzt werden kann.

Um das Emissionsminderungspotenzial bewerten zu können, wurde ein numerisches Strömungsmodell von einem real existierenden Milchviehstall für 255 Tiere mit Spaltenboden mit der kommerziellen Software Star-CCM+ erstellt und um eine partielle Unterflurabsaugung ergänzt. An diesem Modell wurde

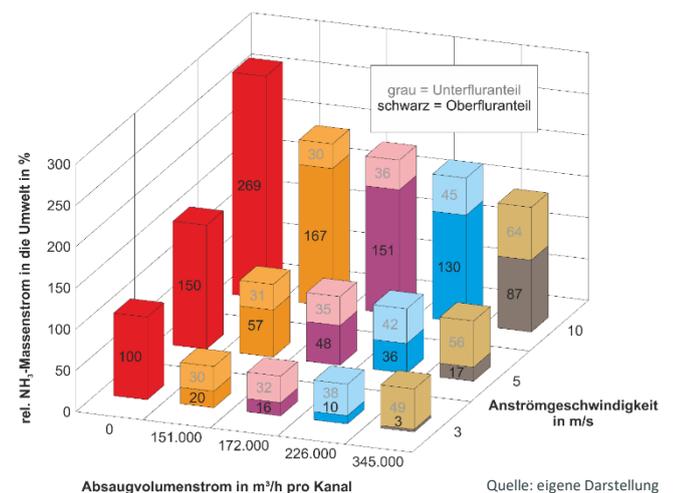
eine Vielzahl von verschiedenen Randbedingungen (Anströmgeschwindigkeit und Anströmwinkel) analysiert und es wurden verschiedene Konfigurationen und Kombinationen von Windschutznetzen und Jalousien untersucht.

Zur Auswertung der Emissionsminderungsleistung wurde der Ammoniakmassenstrom an den Stallgrenzen im Oberflurbereich ausgewertet. Ferner wurde für den Unterfluranteil ein nachgeschalteter Luftwäscher mit einer konservativen Reinigungsleistung von 70% berücksichtigt.

Ergebnisse

In Abbildung 1 sind die Ergebnisse der Simulationen für verschiedene Absaugvolumenströme pro Kanal (es gibt zwei Absaugkanäle im Stall) und verschiedene Anströmgeschwindigkeiten (Windgeschwindigkeiten außerhalb des Stalls) senkrecht zum First dargestellt.

Abbildung 1: Darstellung des NH₃-Massenstroms eines frei belüfteten Rinderstalls mit und ohne partielle Unterflurabsaugung bei verschiedenen Anströmgeschwindigkeiten und Absaugvolumenströmen und einer Luftwäscher-Reinigungsleistung von 70%



Quelle: eigene Darstellung

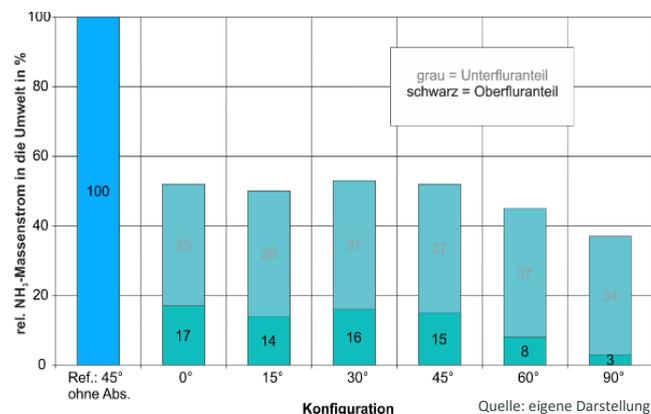
Ein Absaugvolumenstrom von 0 m³/h stellt dabei den konventionellen Stall ohne partielle Unterflurabsaugung dar. Der Unterfluranteil der Emissionen (der Anteil, der den Luftwäscher verlässt) ist in Abbildung 1 mit grauer Beschriftung und der Oberfluranteil (hervorgerufen durch die natürliche Belüftung) mit schwarzer Beschriftung gekennzeichnet.

Für eine Anströmgeschwindigkeit von 3 m/s können die Emissionen unabhängig vom Absaugvolumenstrom etwa auf die Hälfte reduziert werden. Bei einer Anströmgeschwindigkeit von 5 m/s führt eine Steigerung des Absaugvolumenstroms nur zu einer leichten Verbesserung des Emissionsverhaltens. Bei 10 m/s kann hierdurch eine deutliche Reduzierung der Gesamtemissionen des Stallsystems erreicht werden.

Insgesamt zeigt sich ein großes Emissionsminderungspotenzial durch den Einsatz einer partiellen Unterflurabsaugung in einem frei belüfteten Rinderstall.

Im weiteren Verlauf wurde der Einfluss variierender Anströmwinkel untersucht. Auch hier zeigte sich ein großes Potenzial zur Emissionsminderung durch die partielle Unterflurabsaugung (vgl. Abbildung 2). Die Emissionen sanken unabhängig vom Anströmwinkel um etwa die Hälfte.

Abbildung 4: Vergleich des NH₃-Massenstroms in die Umwelt für die verschiedenen Anströmwinkel bei einer Anströmgeschwindigkeit von 3 m/s, einem Absaugvolumenstrom von 104.000 m³/h pro Kanal und einer Luftwäscher-Reinigungsleistung von 70%; Referenz: Anströmwinkel 45° ohne partielle Unterflurabsaugung



Des Weiteren wurden verschiedene Kombinationen von Windbrechmechanismen betrachtet. Je nach Anströmgeschwindigkeit verdecken dabei undurchlässige Jalousien ein feines Netz unten in der Seitenwand und ein gröberes Netz oben in der Seitenwand (vgl. Abbildung 3).

Die Auswertung der Ammoniakmassenströme zeigt dabei erneut das Minderungspotenzial durch die partielle Unterflurabsaugung (Abbildung 4). Im Gegensatz zu den Ergebnissen in Abbildung 1 wird hier deutlich, dass durch ein intelligentes Zusammenspiel von Windbrechmechanismen und partieller Unterflurabsaugung das Emissionsverhalten des Stallsystems auch bei verschiedenen äußeren

Windgeschwindigkeiten auf dem gleichen Niveau gehalten werden kann.

Abbildung 2: Konfiguration der Windschutznetze und Jalousien für verschiedene Anströmgeschwindigkeiten

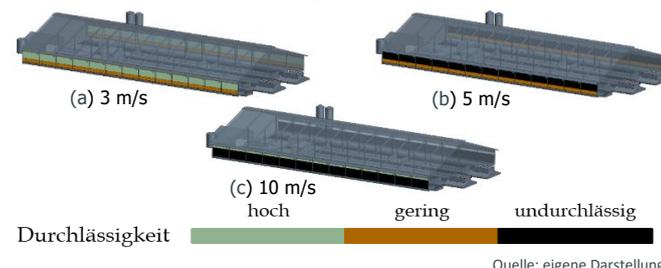
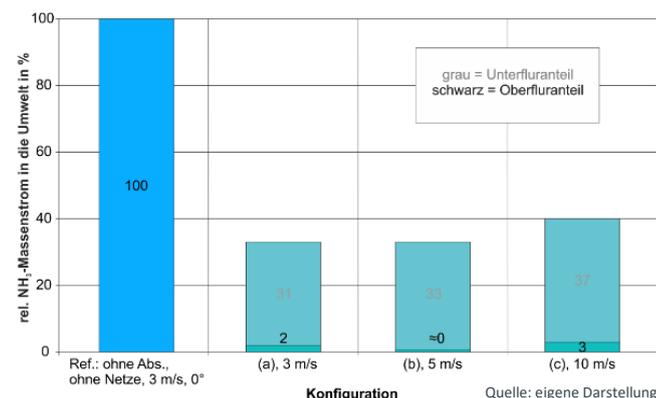


Abbildung 3: Vergleich des NH₃-Massenstroms in die Umwelt für optimierte Kombinationen von Windschutznetzen und Jalousien bei einer variierenden Anströmgeschwindigkeit, einem Absaugvolumenstrom von 104.000 m³/h, einem konstanten Anströmwinkel von 0° und einer Luftwäscher-Reinigungsleistung von 70%; Referenz: ohne partielle Unterflurabsaugung, ohne Windschutznetze, 3 m/s, 0°



Schlussfolgerungen

Numerische Simulationen haben gezeigt, dass die partielle Unterflurabsaugung in Kombination mit einer nachgeschalteten Abluftreinigungsanlage die Ammoniakemissionen von frei belüfteten Milchviehställen bei unterschiedlichsten Randbedingungen signifikant senken kann. Bei einer Anströmung senkrecht zum First, offenen Seitenwänden und einer theoretischen Luftwäscher-Reinigungsleistung von 70% kann eine Reduktion des NH₃-Massenstroms in die Umwelt um bis zu 52% gelingen. Bei einer theoretischen Reinigungsleistung von 85% könnten die Emissionen sogar um bis zu 72% reduziert werden.

Beim Einsatz der Windbrechmechanismen muss bedacht werden, dass der Charakter eines Außenklimastalls erhalten bleibt. Die hier betrachteten Untersuchungen fanden vor dem Hintergrund der Minimierung der Emissionen statt.

Es gilt nun, diese Ergebnisse in der Realität zu reproduzieren und zu validieren.

Weitere Informationen

Kontakt

¹ Thünen-Institut für Agrartechnologie
julian.hartje@thuenen.de
www.thuenen.de/at

Laufzeit

4.2018-4.2020

Projekt-ID

1923

Veröffentlichungen

Hartje J, Linke S (2020) Die partielle Unterflurabsaugung zur Senkung der Emissionen und Verbesserung des Tierschutzes bei natürlich belüfteten Rinderställen : DBU-Endbericht ; Förderkennzeichen 33789. Osnabrück: Deutsche Bundesstiftung Umwelt, 90 p

Hartje J, Linke S (2019) Die partielle Unterflurabsaugung zur Senkung der Emissionen und Verbesserung des Tierschutzes bei natürlich belüfteten Rinderställen. In: 14. Tagung: Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung 24.-26. September 2019 in Bonn. Darmstadt: KTLB, pp 75-80