

Luftfremde Stoffe in und aus verschiedenen Haltungssystemen für Legehennen – Teil 1: Ammoniak

Torsten Hinz*, Tatjana Winter* und Stefan Linke*

Zusammenfassung

Seit Januar 2010 ist in Deutschland die Käfighaltung von Legehennen nicht mehr gestattet – zwei Jahre vor dem Zeitplan der EU. Alternative Haltungssysteme wie die Bodenhaltung, Volieren oder die Kleingruppenhaltung sind gefragt, die der Forderung der Öffentlichkeit nach mehr Tiergerechtigkeit entsprechen. Zudem dürfen aber die Belange der Arbeitsplatzhygiene und der Umwelt nicht vernachlässigt werden, wenn es darum geht, verschiedene Haltungssysteme zu vergleichen und zu beurteilen. Zu diesem Zweck wurden die Konzentrationen in und die Emissionen von Ammoniak aus verschiedenen Ställen einmal im Monat für jeweils eine Stunde gemessen. Zusätzliches 24 h-Monitoring einmal im Quartal sollte die Zuordnung der Stundenmessungen in den Tagesgang ermöglichen. Diese Arbeit gibt einen umfassenden Blick auf Messtechnik und die Ergebnisse, die eine große Spannweite für die Ammoniakkonzentrationen und Emissionen aus verschiedenen Haltungssystemen aufzeigen.

Schlüsselworte: Legehennen, Haltungssysteme, Luftgüte, Emissionen, Ammoniak

Abstract

Airborne contaminants in and from different keeping systems for laying hens – Part 1: ammonia

Since January 2010 in Germany no permission exists for keeping laying hens in conventional cages – two years before the EU regulation comes into force. Alternative systems like floor keeping, aviaries and small group systems must follow the intentions of the society with high animal welfare requirements. Nevertheless protection of work and the environment cannot be neglected for evaluation and comparison of different systems. Concentration of ammonia in and emissions from the stables were measured as 1 h spot once a month. Furthermore 24 h monitoring is added for each stable once in a quarter of a year to have the opportunity to indicate how the spot measurements reflect the diurnal profile and how seasonal effects must be considered. The paper gives a comprehensive view to the measuring procedure and the results of the investigations which show a wide span for the concentrations and emissions of ammonia for different alternative keepings of laying hens.

Keywords: Laying hens, keeping system, air quality, emissions, ammonia

* Johann Heinrich von Thünen-Institut, Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei, Institut für Agrartechnologie und Biotechnik, Bundesallee 50, 38116 Braunschweig, E-Mail: torsten.hinz@vti.bund.de

Einleitung

Die Haltung von Legehennen zählt zu den am häufigsten diskutierten Tierschutz-Themen der letzten Jahre in Deutschland. Hauptkritikpunkte sind nach Ansicht vieler Verbraucher und Experten die zu geringe Platzbemessung, zu wenig Bewegung und der Mangel an Möglichkeiten zur Ausübung typischer art eigener Verhaltensweisen.

Dies waren auch die Gründe, warum im Jahre 1999 das Bundesverfassungsgericht die Hennenhaltungs-Verordnung von 1988 für nichtig erklärte und in der EU neue Mindestanforderungen zum Schutz von Legehennen vorgelegt wurden (Richtlinie, 1999).

Die neuen Bestimmungen wurden in Deutschland 2010 mit dem endgültigen Verbot der Käfighaltung für Legehennen umgesetzt (Tierschutz-Nutztierhaltungs-VO, 2009). Es gilt nun Alternativen aufzuzeigen und diese an den vorgegebenen Kriterien für Arbeits-, Tier- und Umweltschutz zu messen. Hierzu wurde ein umfassendes interdisziplinäres Projekt initiiert (Hinz et al., 2009a-c; Winter et al., 2009a-c).

In einem Teilprojekt, über das in zwei Beiträgen berichtet werden soll, wurden verschiedene alternative Haltungsformen für Legehennen hinsichtlich der Freisetzung der luftfremden Stoffe untersucht. Es zeigten sich deutliche Unterschiede für Ammoniak und Staub. Während die Emissionen von Ammoniak weitgehend von der Entmistungsstrategie (Kotlagerung) bestimmt wurden, ist für die Staubemissionen die Tieraktivität verantwortlich. In diesem ersten Teil wird nur die Ammoniakproblematik behandelt.

Material und Methoden

Ställe

In dem vorliegenden Projekt wurden vier unterschiedliche Stallsysteme für Legehennen untersucht, die im Folgenden kurz beschrieben werden. Bei der Bodenhaltung mit Freilandzugang, der Bodenhaltung und der Voliere handelte es sich um kommerzielle Betriebe, während die Kleingruppenhaltung Bestandteil einer Forschungs- und Versuchseinrichtung war. Alle Ställe waren zwangsbelüftet. Die Beleuchtung mit Kunstlicht folgte einem Lichtprogramm, das in der Regel 14 Stunden Helligkeit gewährleistete.

– Kleingruppenhaltung

In der Kleingruppenhaltung wurden 1500 Hennen ohne Einstreu in Gruppen von 40 und 60 Tieren untergebracht. Die Anforderung auf eine uneingeschränkt nutzbare Fläche von mindestens 800 Quadratzentimetern pro Legehenne wurde entsprochen. Der Kot wur-

de einmal pro Woche über Kotbänder aus dem Stall befördert. Zur Zwangsbelüftung dienten drei computergesteuerte Ventilatoren. Der Stallrechner bediente auch das Lichtprogramm.

| | | | |
|----------------------------|-------------------------|-----------------------|---|
| Kleingruppenhaltung | Tierbesatz: 1500 | Einstreu: ohne | Entmistungsstrategie: Kotband, wöchentlich |
|----------------------------|-------------------------|-----------------------|---|



Abbildung 1: Kleingruppenhaltung

– Bodenhaltung

In dem Stall mit Bodenhaltung ohne Kaltscharrraum oder Freilandzugang wurden 8000 Hennen gehalten. Als Einstreu dienten Holzspäne, die vorher entstaubt wurden. Auch hier gab es kein Kotband, sondern der Kot wurde mit der Einstreu am Ende des Legedurchganges aus dem Stall gebracht. Der Stall wurde über sechs Ventilatoren zwangsbelüftet. Die Beleuchtung hell/dunkel erfolgte über ein Lichtprogramm.

| | | | |
|---------------------|-------------------------|--------------------------------------|---|
| Bodenhaltung | Tierbesatz: 8000 | Einstreu: Holzspäne entstaubt | Entmistungsstrategie: Kotlagerung im Stall |
|---------------------|-------------------------|--------------------------------------|---|



Abbildung 2: Bodenhaltung

– Freilandhaltung

Bei diesem Stall handelte es sich um eine Bodenhaltung mit Freilandzugang, der im Folgenden jedoch nur als Freilandhaltung bezeichnet wird.

In diesem Stall wurden 3000 Hennen auf Kunststoffgitterplatten ohne Einstreu gehalten. Darunter befindet sich die Kotgrube. Ein Kotband ist nicht vorhanden und der Stall wird nach jedem Legedurchgang entmistet.

Die Beleuchtung erfolgte durch ein Lichtprogramm, das eine helle Phase von mindestens 14 Stunden Kunstlicht beinhaltete. Die Dunkelphase begann erst dann, wenn alle Hennen im Stall waren. Dementsprechend wurde das Lichtprogramm vom Tageslicht beeinflusst. Der Stall war zwangsbelüftet über zwei gleichartige Ventilatoren.

| | | | |
|--|-------------------------|-----------------------|--|
| Bodenhaltung mit Freilandzugang | Tierbesatz: 3000 | Einstreu: ohne | Entmistungsstrategie: Lagerung im Stall |
|--|-------------------------|-----------------------|--|



Abbildung 3:
Bodenhaltung mit Freilandzugang (Freilandhaltung)

– Volierenhaltung

In der Volierenhaltung wurden 900 Hennen auf einer Einstreu von Sand und Holzspänen gehalten. Die Entmistung erfolgte wöchentlich über ein Kotband.

Die Beleuchtung erfolgte durch ein Lichtprogramm. Der Stall war zwangsbelüftet über zwei gleichartige Ventilatoren, von denen im Normalfall nur einer in Betrieb war.

| | | | |
|------------------------|------------------------|---------------------------------|---|
| Volierenhaltung | Tierbesatz: 900 | Einstreu: Sand/Holzspäne | Entmistungsstrategie: Kotband, wöchentlich |
|------------------------|------------------------|---------------------------------|---|



Abbildung 4:
Volierenhaltung

Messtechnik

Die Messungen wurden in jedem Stall einmal pro Monat durchgeführt, so dass sich in der Darstellung ein Zeitversatz von einer bis vier Wochen ergab. Gemessen wurde jeweils ein bis zwei Stunden lang in einem Zeitfenster von 12 bis 14 Uhr an einer zentralen Messstelle in der Mitte des jeweiligen Stalles.

Die Ammoniakkonzentration wurde quasi-online mit einer Taktzeit von ca. 1,5 Minuten, durch ein opto-akustisches Messgerät (Gerät 1302 der Firma Innova) aufgezeichnet. Die Messungen fanden im Regelfall an der Messstelle im Abluftkanal statt. Die in der Abluft gemessenen Konzentrationen wurden auch zur Beurteilung der Stallluft herangezogen. Die Zulässigkeit dieses Vorgehens wurde durch eine Vergleichsmessung mit einem Zweitgerät nachgewiesen. Inhomogenitäten der Konzentrationsverteilung im Stall wurden über den Einsatz eines Multiplexers und des zweiten Messgerätes aufgezeigt. Aus dem gemessenen Konzentrationsfeld wurde ein Korrekturfaktor ermittelt, so dass die Messung an dem zentralen Ort in der Mitte eines Stalles als ausreichend zu betrachten ist. Dieses gilt auch für die Emissionen aus Ställen mit mehreren Abluftschächten.

Die Ermittlung der Emissionen aus einer geführten Quelle errechnet sich aus der Konzentration c und dem Volumenstrom Q basierend auf der Formel:

$$\dot{m} = c \times Q$$

In Ställen mit mehreren Abluftschächten wird in einem ersten Ansatz die Gesamtemission aus dem Einzelergebnis berechnet, das durch Messung an einem Abluftschacht gewonnen wurde.

Der zur Ermittlung der Messwerte verwendete Zeitraum betrug in der Regel eine Stunde. Jeweils einmal pro Kampagne war ein 24 h Monitoring vorgesehen, um die Einzelergebnisse im Tagesverlauf der Hennenhaltung einordnen zu können.

Die Emissionen werden als Massenströme in kg/h und als bezogene Massenströme in kg/(h*Tierplatz) angegeben (KTBL, 2006; EMEP/EEA, 2009).

Bei den Emissionsmessungen wurde der Volumenstrom aus der Querschnittsfläche und der in der Kanalmitte gemessenen Geschwindigkeit bestimmt, die mit einem zu Beginn der Kampagne ermitteltem Faktor versehen wurde, um die mittlere Austrittsgeschwindigkeit zu erhalten. Als Messgerät diente ein Flügelradanemometer mit einem eigenen Datenlogger zur Aufzeichnung der Messdaten.

Eine Besonderheit der Volumenstrombestimmung liegt im Stall der Kleingruppenhaltung vor. Hier ist vom Stallausrüster in jedem Abluftschacht ein Messventilator installiert worden, der kontinuierlich den Volumenstrom misst. Die Daten werden auf einen Rechner ausgegeben und deren Mittelwerte stündlich gespeichert. Im Rahmen des Projektes wurden die über den Messventilator ermittelten Werte über Messungen per Flügelradanemometer validiert.

Ergebnisse

Bei der Darstellung der Ergebnisse werden zuerst messtechnische Probleme behandelt, bevor auf die Ammoniakkonzentrationen und Emissionen eingegangen wird. Es werden die Ställe im Einzelnen betrachtet und dann miteinander verglichen.

Messtechnik

- Einlaufverhalten des Multiplexers und des Gasmonitors

Zur Messung der örtlichen Verteilung der Ammoniakkonzentration wurde der Gasmonitor mit einem Messstellenumschalter (Multiplexer) betrieben. Vor jeder Messung an einer neuen Position wurde auf eine Referenzmessstelle im Kaltscharrraum zurückgeschaltet, die eine deutlich niedrigere Ammoniakkonzentration aufwies als die Mess-

stellen im Stall. Das erhebliche Zeitverhalten der Messkette zeigt Abbildung 5. Die Differenzen zwischen erster Messung und fünfter Wiederholung waren so eminent, dass auf den Bezug auf die Referenzstelle im Kaltscharrraum im weiteren Verlauf des Projektes verzichtet wurde.

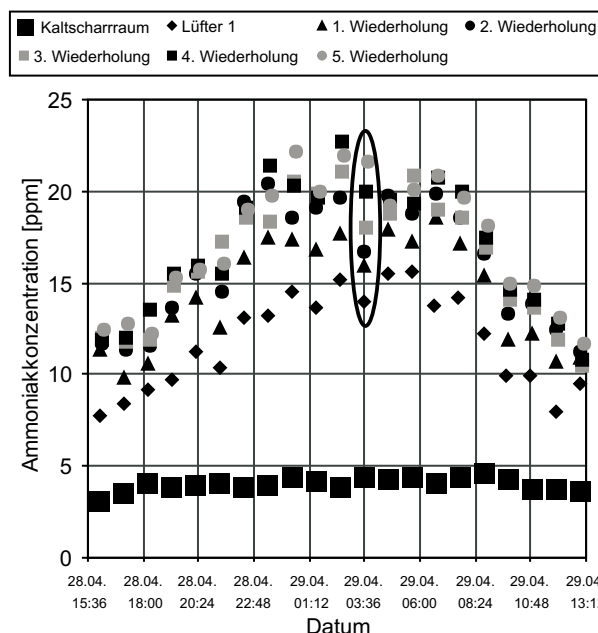


Abbildung 5: Einlaufverhalten des Gasmultiplexers und des Gasmonitors

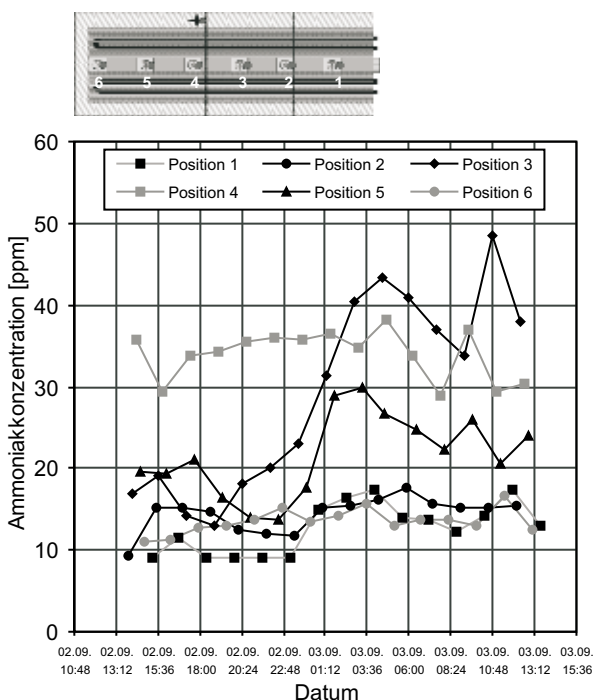


Abbildung 6: Räumliche Verteilung der Ammoniakkonzentration, Bodenhaltung

Zweck des Multiplexereinsatzes war es, mögliche Inhomogenitäten der Ammoniakverteilung in den Ställen zu ermitteln. Es war feststellbar, dass zumeist die Konzen-

tration in der Nähe des Eingangs zum Stall und anderer Leckagen deutlich unter dem sonstigen Konzentrationsniveau im Stall lag. Abbildung 6 zeigt dies besonders deutlich für den Stall mit Bodenhaltung.

Ein deutlich anderes Bild zeigte die Kleingruppenhaltung in Abbildung 7. Unter Berücksichtigung der Messunsicherheiten kann hier von einer homogenen Ammoniakverteilung gesprochen werden. Die gemessenen Konzentrationen sind an allen Positionen nahezu gleich und weisen ebenso ein gleiches Zeitverhalten auf.

– Zeitliche Verläufe von NH₃ über 24 Stunden und Spot

Im Abbildung 8 sind im Tagesgang der NH₃-Konzentrationen die unterschiedlichen Mittelwerte für Tag, Nacht und die Spotmessungen am Beispiel der „Freilandhaltung“ eingetragen.

Der Mittelwert Tag weicht nur wenig vom Mittelwert Nacht ab. Der im Messzeitraum ermittelte Wert ist repräsentativ für den am Arbeitsplatz relevanten Zeitraum während des Tages.

Dieser Tatbestand zeigt sich in ähnlicher Form auch für die anderen Stallssysteme mit Mittelwerten über die einzelnen Messtage von 0,7 in dem Stall mit Auslauf und 1,17 in der Voliere. Über alle Messungen gemittelt beträgt dieses Verhältnis 0,93.

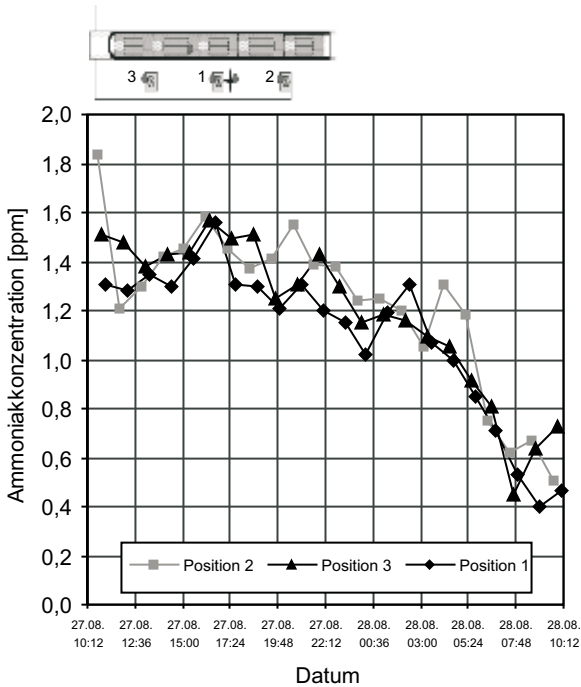


Abbildung 7: Räumliche Verteilung der Ammoniakkonzentration, Kleingruppenhaltung

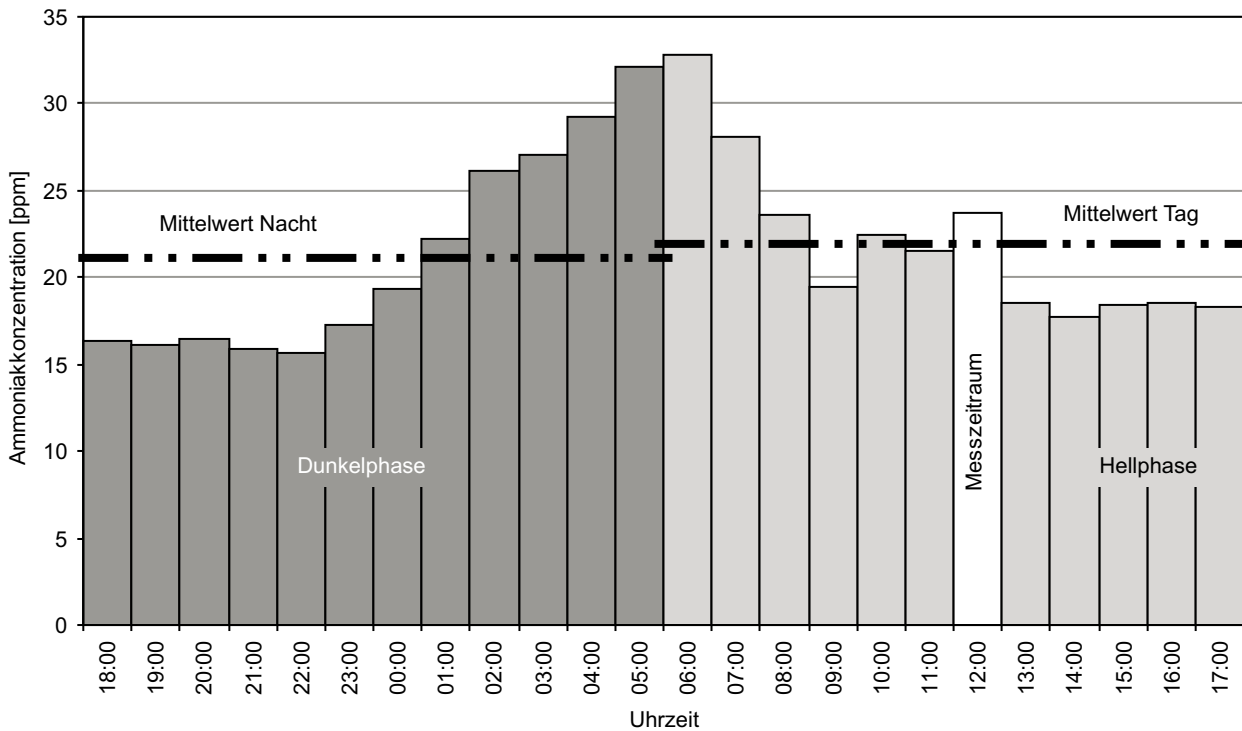


Abbildung 8: Tagesgang der NH₃-Konzentration am Beispiel der Freilandhaltung

Ammoniakkonzentration

Die folgenden Abbildungen geben das Verhalten der Ammoniakkonzentrationen in den verschiedenen Ställen in unterschiedlicher Darstellung wieder.

In den Abbildung 9 und 10 sind Tagesgänge im Winter und Sommer dargestellt.

Es sind deutliche saisonale und systembedingte Unterschiede zwischen den einzelnen Haltungssystemen erkennbar. Die niedrigsten Werte weist die Kleingruppe, die Höchsten die Bodenhaltung auf.

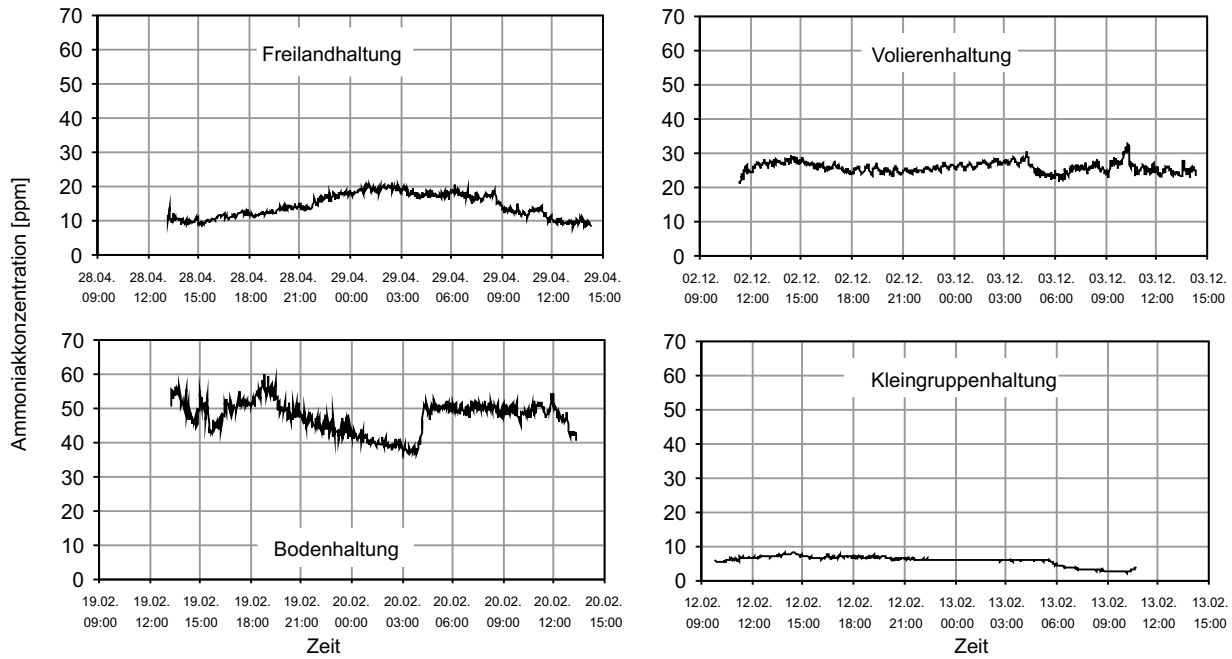


Abbildung 9: Tagesgang der NH₃-Konzentrationen in allen untersuchten Ställen, Winter

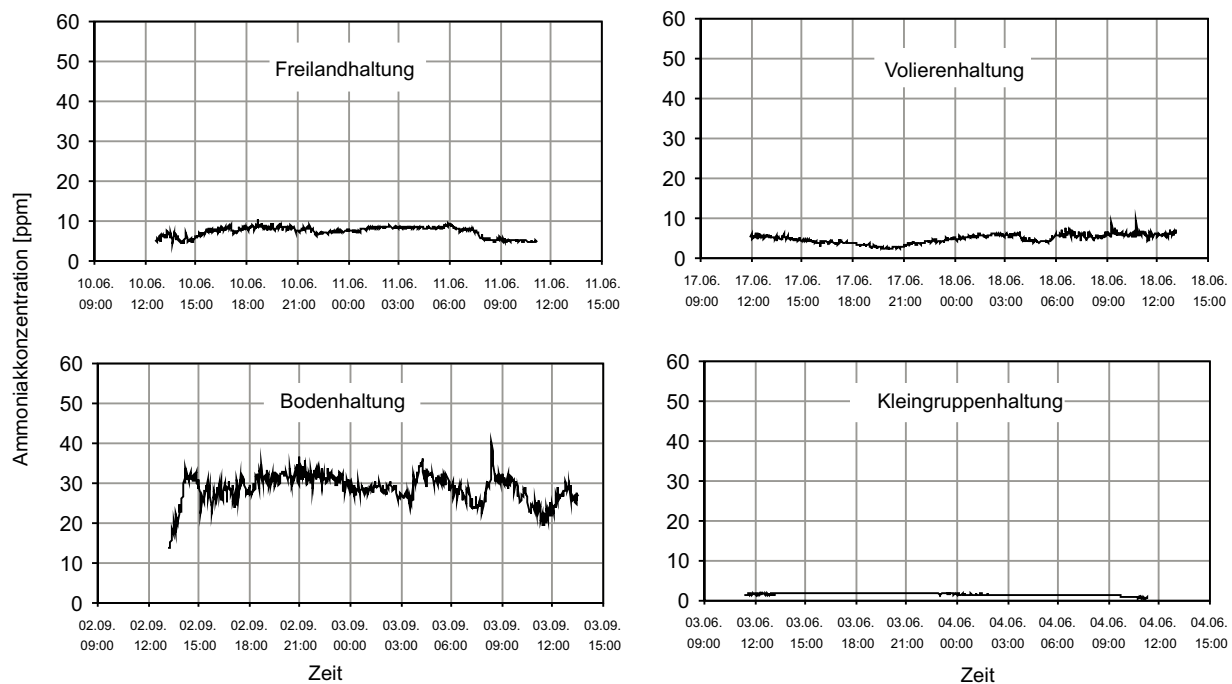


Abbildung 10: Tagesgang der NH₃-Konzentrationen in allen untersuchten Ställen, Sommer

Freiland- und Volierenhaltung waren etwa gleich, wobei zu berücksichtigen ist, dass bei der Freilandhaltung ca. 10 bis 20 % der Hennen tagsüber nicht im Stall waren. Diese Zahlen basieren auf Beobachtungen und Zählungen während der Messungen. Die Messungen beziehen sich aber auf den Bestand im Stall.

Für alle Systeme ist festzuhalten, dass die Ammoniakkonzentration im Winter deutlich höher war als im Sommer.

Diese Tatsache wird auch sehr gut in den folgenden Boxplotdarstellungen sichtbar. Die Abbildungen 11 bis 14 zeigen die Schwankungsbreite der Messergebnisse, aber auch die saisonale Abhängigkeit der Ammoniakkonzentration auf.

Wegen des unterschiedlichen Wertebereichs in den einzelnen Ställen musste auf eine einheitliche Achseinteilung verzichtet werden.

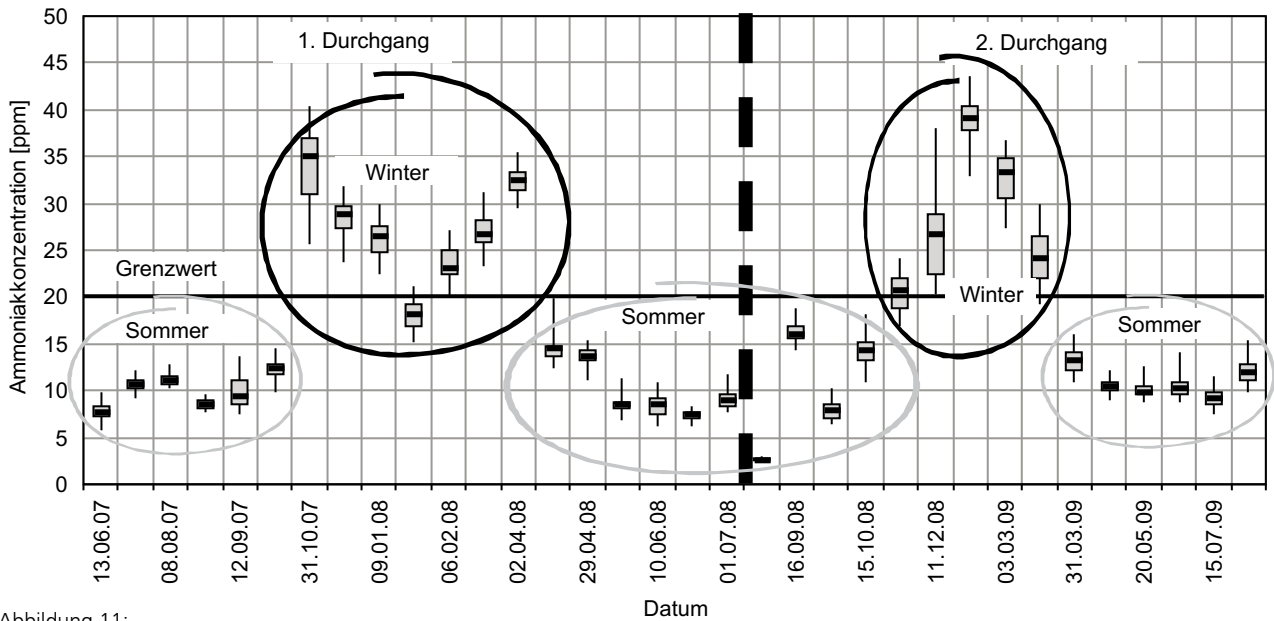


Abbildung 11: Ammoniakkonzentration in der Freilandhaltung (Box and Whiskers Plot, Mediane), saisonal

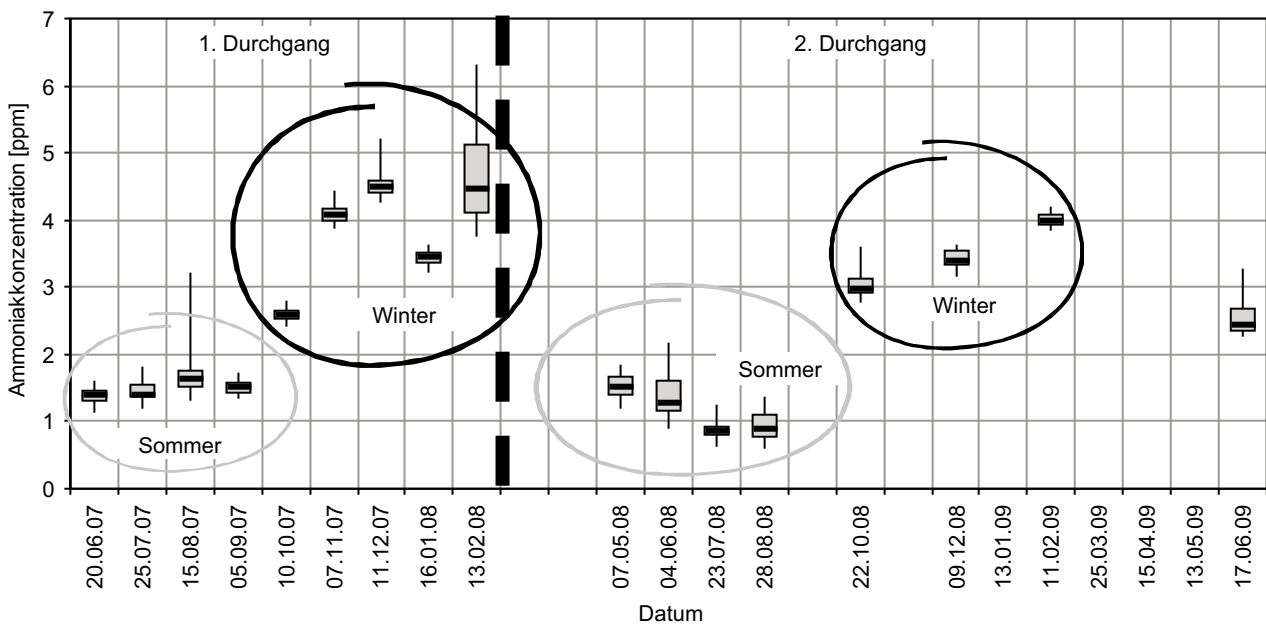


Abbildung 12: Ammoniakkonzentration in der Kleingruppenhaltung (Box and Whiskers Plot, Mediane), saisonal

Die Ergebnisse der NH₃-Messungen zeigt eine gute Reproduzierbarkeit für die beiden Durchgänge, soweit die Medianwerte betrachtet werden. Die Schwankungsbreiten sind jedoch erheblich und unterschiedlich.

Für die Freilandhaltung (Abbildung 11) liegen die Medianwerte in der Größenordnung von 10 ppm für die

Messungen im Sommer, während sich im Winter Werte zwischen 20 ppm und 40 ppm einstellen.

Auch für die Kleingruppenhaltung ist das gleiche saisonale Verhalten deutlich sichtbar, aber auf einem deutlich niedrigeren Niveau. Alle Werte, einschließlich der Maxima, liegen unterhalb von 7 ppm (Abbildung 12).

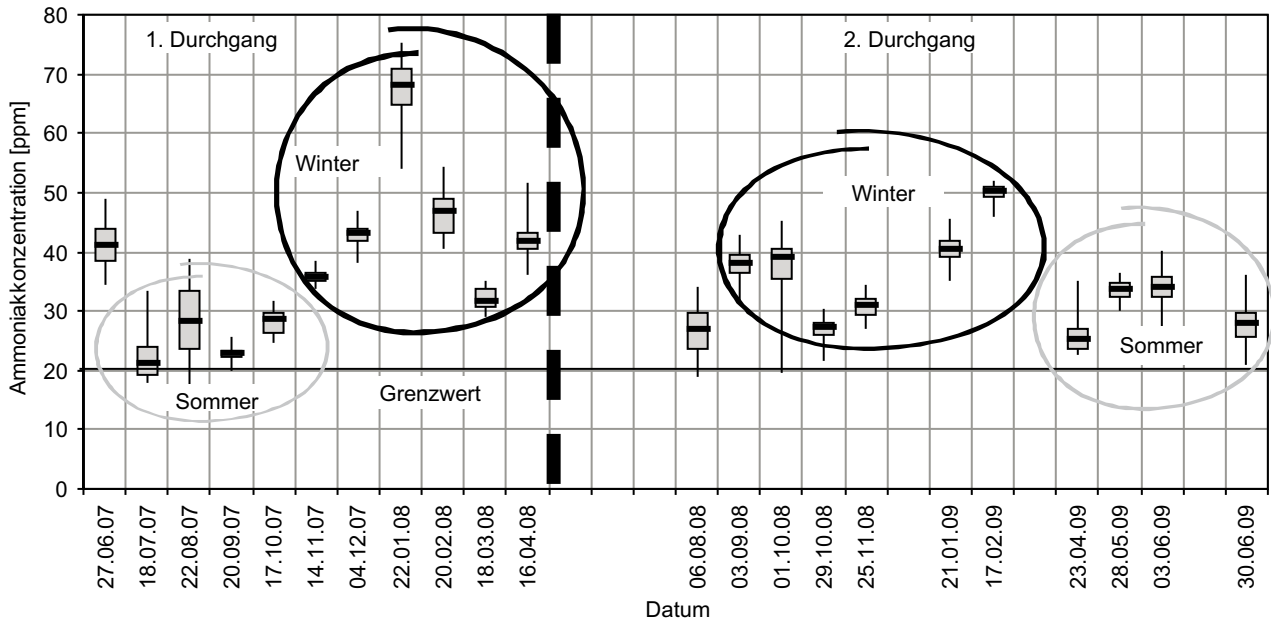


Abbildung 13: Ammoniakkonzentration in der Bodenhaltung (Box and Whiskers Plot, Mediane),saisonal

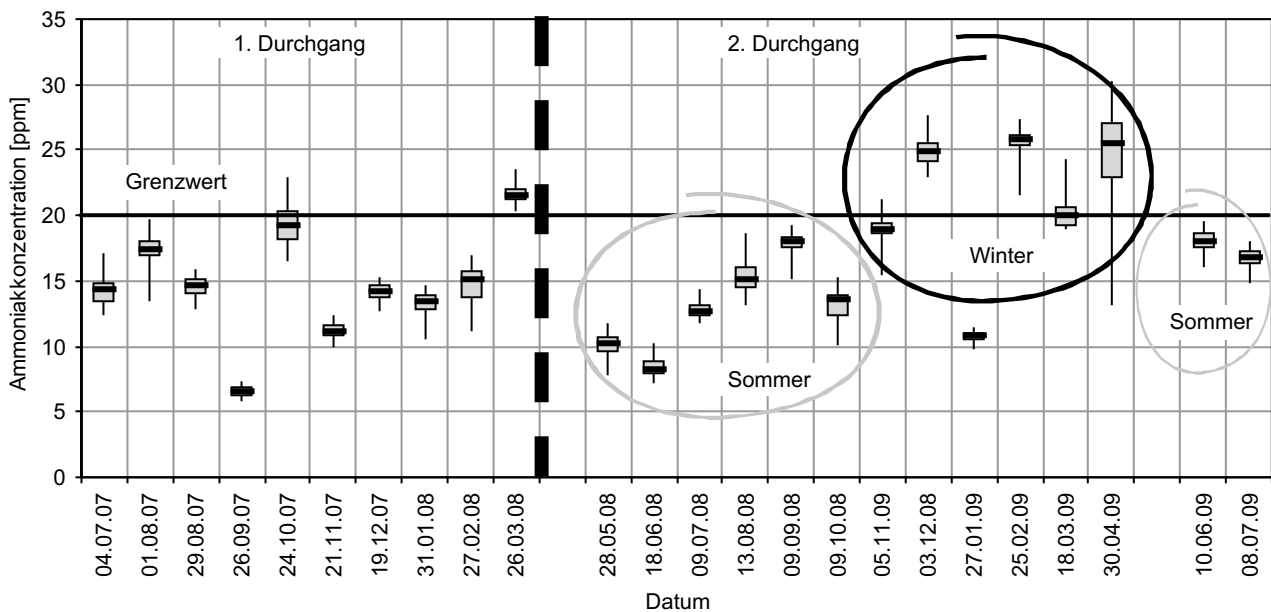


Abbildung 14: Ammoniakkonzentration in der Volierenhaltung (Box and Whiskers Plot, Mediane), saisonal

Die höchsten Ammoniakkonzentrationen wurden in der Bodenhaltung gemessen, Abbildung 13. Selbst im Sommer wurde hier der vorgegebene Grenzwert von 20 ppm überschritten.

Wie schon für die Freilandhaltung zeigte sich auch bei der Voliere, Abbildung 14, die 20 ppm-Grenze als das Unterscheidungsmerkmal zwischen Sommer und Winter.

Hinsichtlich arbeitsplatzrelevanter Belastungen wurde der Grenzwert der NH₃-Konzentration von 20 ppm hauptsächlich im Winter überschritten. Die Überschreitungen waren zum Teil drastisch. Lediglich die Kleingruppenhaltung machte hier die positive Ausnahme.

Die Ammoniakkonzentrationen sind in erster Linie von der Lüftungs- und Entmistungsstrategie abhängig. Die Kotlagerung im Stall ist in dieser Hinsicht als ein wesentlicher negativer Punkt bei den beiden Bodenhaltungssystemen festzustellen. Eine positive Wirkung zeigte sich für die Systeme mit Kotband und dessen wöchentlicher Abreinigung.

Ein Ziel der Untersuchungen war der längerfristige Vergleich der unterschiedlichen Alternativen zur Käfighaltung. In Abbildung 15 sind die Ergebnisse der 1 h-Messungen von 2007 bis 2009 eingetragen. Die schon angesprochenen saisonalen Effekte sind genau so erkennbar wie die Unterschiede zwischen den Haltungssystemen. Es kommt sehr deutlich heraus, dass die Kleingruppenhaltung die niedrigsten Ammoniakkonzentrationen im Vergleich zu den anderen untersuchten Haltungssystemen aufwies.

Emissionen - Emissionsfaktoren

Die in den Boxplots für die NH₃-Massenströme pro Tierplatz ermittelten Medianwerte liegen zwischen 6 mg/(h*Tier) und ca. 70 mg/(h*Tier).

Für die aus dem Stall erfassten Emissionen der Freilandhaltung liegt der Medianwert in der Größenordnung von 68 mg/(h*Tier) mit hohen positiven Abweichungen im ersten und negativen im zweiten Durchgang, Abbildung 16. In der Zusammenfassung liegen oberes und unteres Quartil (75 % und 25 %) bei 82 bzw. 58 mg/(h*Tier). Das Maximum erreicht 128 mg/(h*Tier) und das Minimum ist 22 mg/(h*Tier).

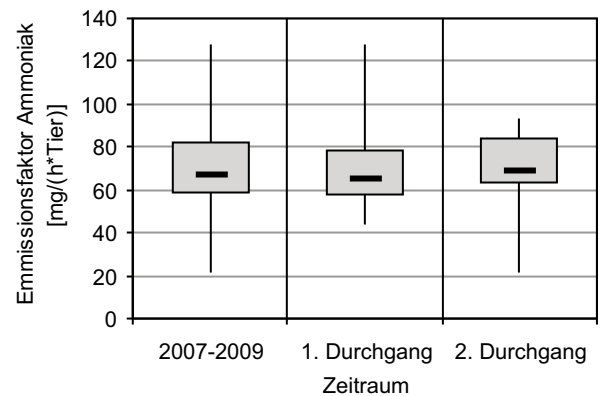


Abbildung 16: Emissionsfaktor NH₃ in der Freilandhaltung (Box and Whiskers Plot, Mediane), stallbezogen

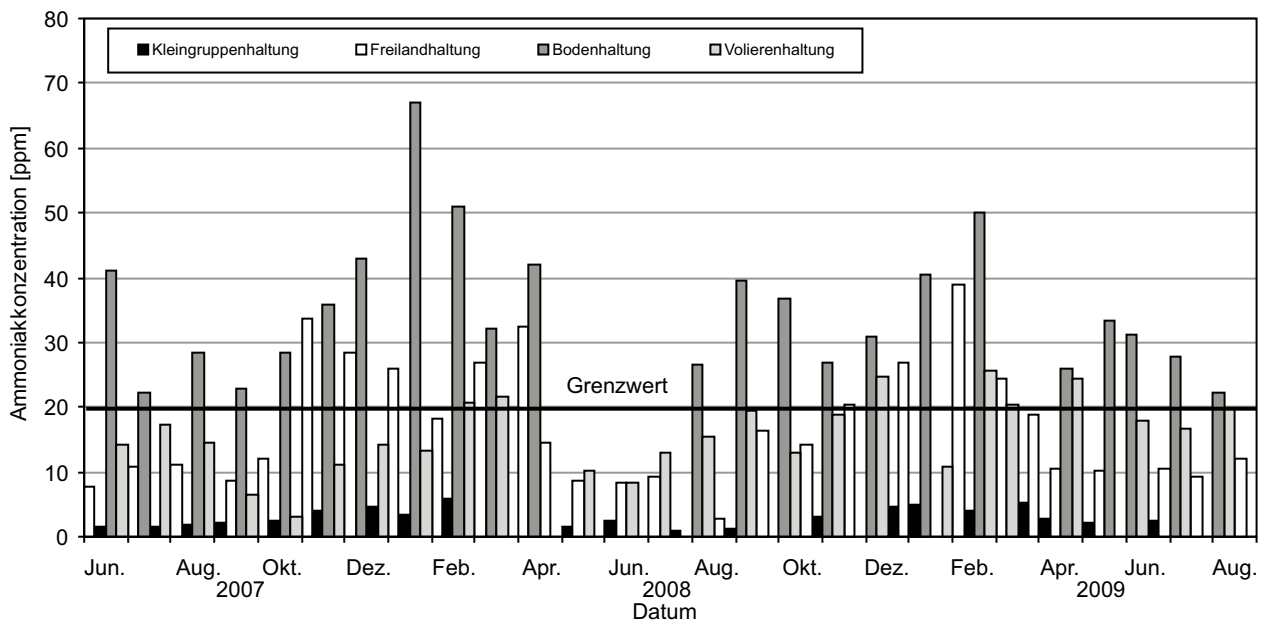


Abbildung 15: Konzentrationen für Ammoniak aus den untersuchten Haltungssystemen

Der Medianwert für die Kleingruppenhaltung, Abbildung 17, liegt in der Größenordnung von 6,4 mg/(h*Tier). In der Zusammenfassung beider Durchgänge betragen oberes und unteres Quartil (75 % und 25 %) 8,1 bzw. 4,3 mg/(h*Tier). Das Maximum erreichte 13,2 mg/(h*Tier) und das Minimum war 2,4 mg/(h*Tier).

Für die Bodenhaltung, Abbildung 18, liegt der Medianwert im Größenbereich zwischen 53 und 74 mg/(h*Tier). Beide Durchgänge zusammengefasst liegen oberes und unteres Quartil (75 % und 25 %) bei 87 bzw. 49 mg/(h*Tier). Das Maximum erreichte 173 mg/(h*Tier) und das Minimum war 20 mg/(h*Tier). Auffällig war der deutliche Ausschlag der Schwankungen hin zu höheren Werten im ersten Durchgang.

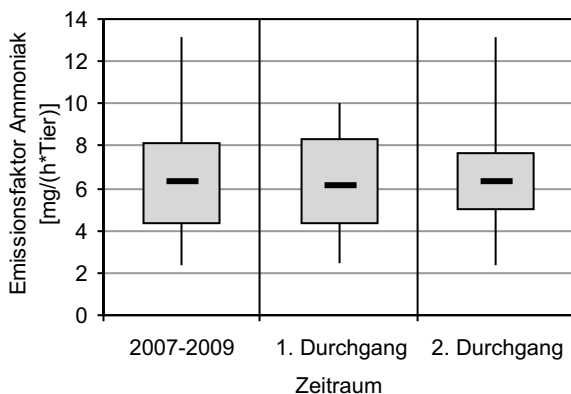


Abbildung 17: Emissionsfaktor NH₃ in der Kleingruppenhaltung (Box and Whiskers Plot, Mediane), stallbezogen

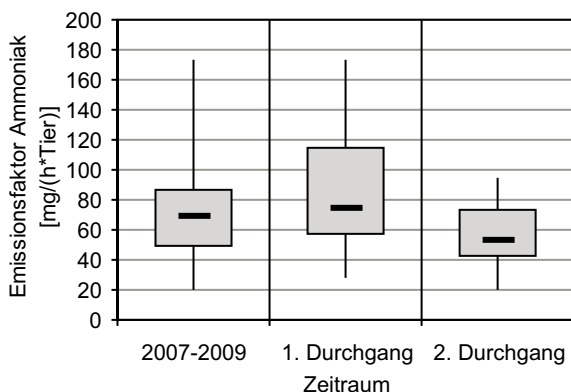


Abbildung 18: Emissionsfaktor NH₃ in der Bodenhaltung (Box and Whiskers Plot, Mediane), stallbezogen

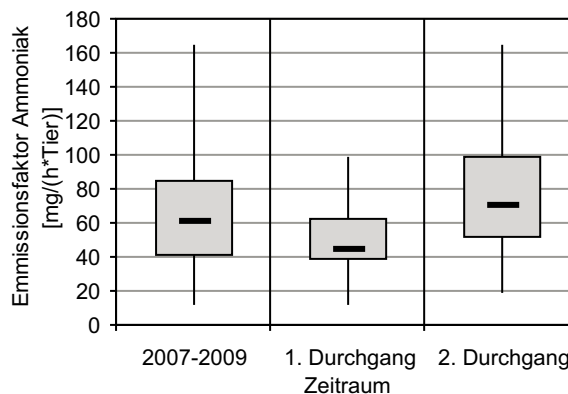


Abbildung 19: Emissionsfaktor NH₃ in der Volierenhaltung (Box and Whiskers Plot, Mediane), stallbezogen

Für die Volierenhaltung, Abbildung 19, liegt der Medianwert im Größenbereich zwischen 45 und 70 mg/(h*Tier). In der Zusammenfassung beider Durchgänge lagen oberes und unteres Quartil (75 % und 25 %) bei 84 bzw. 41 mg/(h*Tier). Das Maximum erreichte 165 mg/(h*Tier) und das Minimum war 12 mg/(h*Tier). Auffällig war der deutliche Ausschlag der Schwankungen zu höheren Werten im zweiten Durchgang.

Die Emissionsfaktoren für Ammoniak aus den vier untersuchten Betrieben zeigt Abbildung 20. In dieser zusammenfassenden Darstellung der an den einzelnen Messterminen ermittelten Emissionsfaktoren für Ammoniak wird die große Spannweite der Werte deutlich. Diese reichten von 2,4 mg/(h*Tier) in der Kleingruppenhaltung bis 170 mg/(h*Tier) bei einem Messtermin in der Bodenhaltung. Vergleichbar hohe Werte fanden sich auch vereinzelt in der Volierenhaltung.

Diskussion und Fazit

Die Konzentrationsverläufe der untersuchten Haltungssysteme unterscheiden sich deutlich.

Die mittels Boxplot dargestellten Ergebnisse zeigten eine gute Reproduzierbarkeit für die beiden Durchgänge, soweit die Medianwerte betrachtet werden. Die Schwankungsbreiten waren jedoch erheblich. Alle relevanten Werte sind in Tabelle 1 für die Ammoniakkonzentration aufgeführt.

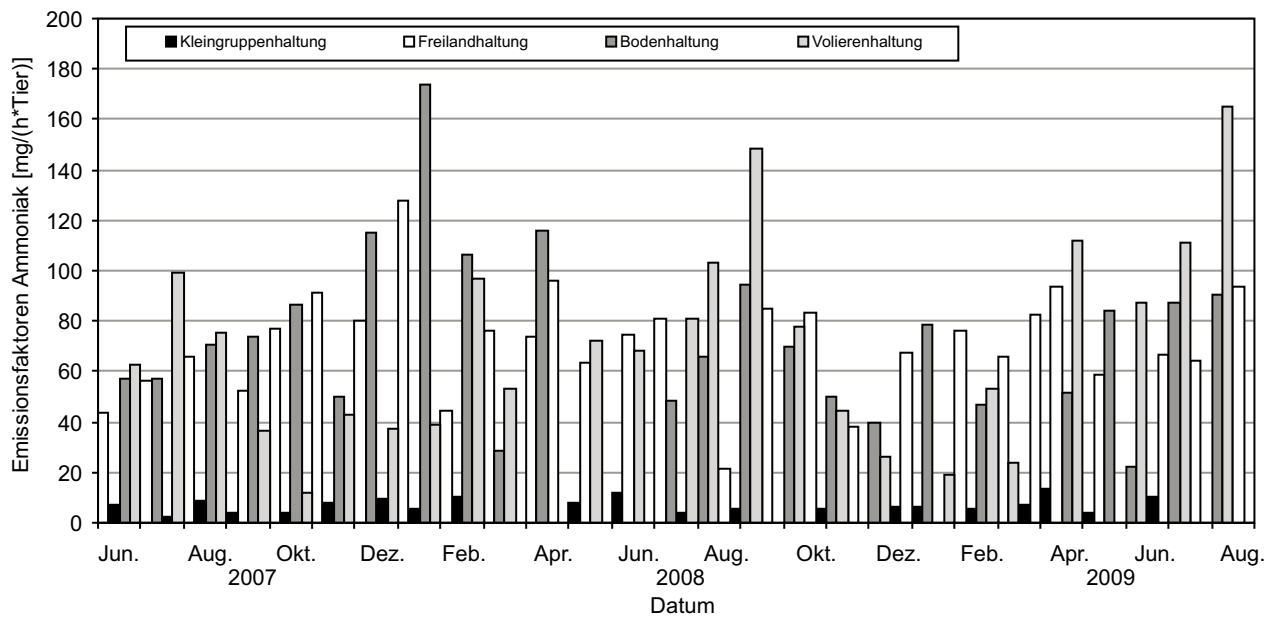


Abbildung 20: Emissionsfaktoren für Ammoniak aus den untersuchten Haltungssystemen

Tabelle 1: Kenngrößen der Konzentrationen für Ammoniak (in ppm) in den untersuchten Ställen, einstündige Messungen (stallbezogen)

| Stallsystem | Median NH ₃ | Minimum NH ₃ | Unteres Quartil (25 %) | Oberes Quartil (75 %) | Maximum NH ₃ |
|---------------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|-----------------------|-------------------------|
| Bodenhaltung mit Freilandzugang | 9,66 | 1,87 | 6,74 | 17,90 | 33,59 |
| Volierenhaltung | 11,4 | 2,24 | 8,80 | 14,18 | 18,52 |
| Bodenhaltung | 22,38 | 9,19 | 18,77 | 28,79 | 47,42 |
| Kleingruppenhaltung | 1,74 | 0,42 | 1,05 | 2,85 | 4,18 |

Die untersuchten Haltungssysteme unterscheiden sich auch deutlich in ihrem Emissionsverhalten.

Die mittels Boxplot dargestellten Ergebnisse für die Emissionsfaktoren zeigten eine gute Reproduzierbarkeit für die beiden Durchgänge, soweit die Medianwerte betrachtet werden. Die Schwankungsbreiten waren jedoch erheblich.

In der TA-Luft (KTBL, 2006) werden Ammoniak-Emissionsfaktoren genannt, die für Käfighaltung mit belüftetem Kotband 4,44 mg/(h*Tier), für Volierenhaltung mit belüftetem Kotband 10,40 mg/(h*Tier) und für Bodenhaltung mit Freilauf 36,04 mg/(h*Tier) betragen. Diese wurden in den vorliegenden untersuchten Haltungssystemen im Medianwert überschritten.

Das Minimum der Messwerte lag aber zumeist in der Größenordnung der in der TA-Luft genannten Emissionsfaktoren.

An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass die Ergebnisse sich auf den Messzeitraum von einer Stunde beziehen und ein direkter Vergleich mit den zitierten Emissionsfaktoren nicht oder nur bedingt zulässig ist, da diese auf ein Jahr bezogen sind.

Tabelle 2 zeigt für alle Ställe die Medianwerte der Gesamtmessung (1. und 2. Durchgang zusammen), das Minimum, das Maximum und das untere und obere Quartil der Emissionsfaktoren von Ammoniak.

Tabelle 2: Kenngrößen der Emissionsfaktoren für Ammoniak (in mg/(h*Tier)) in den untersuchten Ställen, einstündige Messungen (stallbezogen)

| Stallsystem | Median NH ₃ | Minimum NH ₃ | Unteres Quartil (25 %) | Oberes Quartil (75 %) | Maximum NH ₃ |
|---------------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|-----------------------|-------------------------|
| Bodenhaltung mit Freilandzugang | 67,63 | 21,68 | 58,38 | 81,93 | 128,05 |
| Volierenhaltung | 61,75 | 12,29 | 41,03 | 84,30 | 164,78 |
| Bodenhaltung | 69,41 | 20,36 | 49,41 | 86,66 | 173,42 |
| Kleingruppenhaltung | 6,35 | 2,41 | 4,33 | 8,12 | 13,17 |

- Ammoniakkonzentrationen im Stall werden stark vom Haltungssystem und besonders der Lüftung beeinflusst
- Ein Tag- und Nachtrhythmus ist nicht klar zu erkennen
- Der Grenzwert von 20 ppm wird eher im Winter als im Sommer überschritten und stärker in Systemen mit Kotlagerung im Stall
- Diese Ergebnisse gelten nur für die Zeiträume, in denen sie gemessen wurden. Für prognostische Aussagen sind zusätzliche Modelle erforderlich

Die Untersuchungen fanden im Zusammenhang mit einem Projekt der Privat Universität Witten-Herdecke und dem Institut für Tierhygiene, Tierschutz und Nutztierethologie (ITTN) der Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover statt. Dieses Projekt wurde durch die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) gefördert.

Literatur

- Hinz T, Linke S, Zander F (2009a) Farmers exposure against airborne contaminants in different systems for layers. In: Giametta G, Zimbalatti G (eds) 33rd CIOSTA CIGR V Conference 2009, vol. 2. Reggio Calabria : Artemis, pp 1595-1599
- Hinz T, Winter T, Linke S (2009b) Dust emissions from keeping laying hens : a comparison of different systems. In: Briese A, Clauß M, Hartung J, Springorum A (eds) Proceedings of the 14th ISAH Congress 2009 : International Society for Animal Hygiene ; 19th to 23rd July, Vechta, Germany ; vol. 2. Brno : Tribun EU, pp 851-854
- Hinz T, Winter T, Linke S, Zander F (2009c) PM and ammonia emissions from alternative systems for laying hens. In: Giametta G, Zimbalatti G (eds) 33rd CIOSTA CIGR V Conference 2009, vol. 2. Reggio Calabria : Artemis, pp 1889-1893
- Richtlinie 1999/74/EG des Rates vom 19. Juli 1999 zur Festlegung von Mindestanforderungen zum Schutz von Legehennen [online]. Zu finden in <<http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUrServ.do?uri=OJ:L:1999:203:005:0057:DE:PDF>> [zitiert am 27.07.2010]
- Tierschutz-Nutztierhaltungs-VO (2009) Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 22. August 2006 (BGBl 1 S. 2043), die durch die Verordnung vom 1. Oktober 2009 (BGBl 1 S. 3223) geändert worden ist. Bundesgesetzblatt : Teil 1 / Bundesminister der Justiz (66)3223
- Winter T, Linke S, Hinz T (2009a) Farmers exposure to ammonia in new systems of laying hens. In: Briese A, Clauß M, Hartung J, Springorum A (eds) Proceedings of the 14th ISAH Congress 2009 : International Society for Animal Hygiene ; 19th to 23rd July, Vechta, Germany ; vol. 2. Brno: Tribun EU, pp 607-610
- Winter T, Linke S, Hinz T (2009b) Workload in alternative keeping systems for laying hens. *Bornimer Agrartechn Ber* 66:76-84
- Winter T, Hinz T, Linke S (2009c) Messung der Staub- und Ammoniakkonzentrationen in vier verschiedenen alternativen Systemen der Legehennenhaltung als Indikator für die Luftqualität im Stall. In: Jahrestagung der Gesellschaft für Hygiene, Umweltmedizin und Präventivmedizin, 8.-10. Oktober 2009 in Stuttgart
- KTBL(2006) Handhabung der TA Luft bei Tierhaltungsanlagen : ein Wegweiser für die Praxis. Darmstadt : KTBL, 244 p, KTBL- Schrift 447
- EMEP/EEA Air pollutant emission inventory guidebook – 2009 (2009) Part B, 4 B Animal husbandry and manure management [online]. Zu finden in <<http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-emission-inventory-guidebook-2009/part-b-sectoral-guidance-chapters/4-agriculture/4-b/4-b-animal-husbandry-and-manure-management.pdf>> [zitiert am 27.07.2010]