

# DLG-Prüfbericht 7100

Hydrobiomed GmbH & Co. KG  
LUBING Maschinenfabrik Ludwig Bening GmbH & Co. KG  
Unipoint AG

## IndoorMin BVH: Lub-Uni-Bax-Uni

Emissionsminderung Ammoniak



HYDROBIOMED/LUBING/UNIPOINT  
INDOORMIN BVH: LUB-UNI-BAX-UNI  
✓ Emissionsminderung  
Ammoniak  
DLG-Prüfbericht 7100



## Überblick

Ein Prüfzeichen „DLG-ANERKANNT in Einzelkriterien“ wird für landtechnische Produkte verliehen, die eine umfangsreduzierte Gebrauchswertprüfung der DLG nach unabhängigen und anerkannten Bewertungskriterien erfolgreich absolviert haben. Die Prüfung dient zur Herausstellung besonderer Innovationen und Schlüsselkriterien des Prüfgegenstands. Der Test kann Kriterien aus dem DLG-Prüfrahmen für Gesamtprüfungen enthalten oder sich auf andere wertbestimmende Merkmale und Eigenschaften des Prüfgegenstandes fokussieren. Die Mindestanforderungen, die Prüfbedingungen und -verfahren sowie die Bewertungsgrundlagen der Prüfungsergebnisse werden in Abstimmung mit einer DLG-Expertengruppe festgelegt. Sie entsprechen den anerkannten Regeln der Technik sowie den wissenschaftlichen und landwirtschaftlichen Erkenntnissen und Erfordernissen. Die erfolgreiche Prüfung schließt mit der Veröffentlichung eines Prüfberichtes sowie der Vergabe des Prüfzeichens ab, das fünf Jahre ab dem Vergabedatum gültig ist.



**HYDROBIOMED/LUBING/UNIPOINT  
INDOORMIN BVH: LUB-UNI-BAX-UNI**

✓ **Emissionsminderung  
Ammoniak**

DLG-Prüfbericht 7100

Bei der DLG-Prüfung von „Indoor-Verfahren zur Emissionsminderung“ wird die Wirksamkeit von verfahrensintegrierten Maßnahmen, die das Entstehen oder das Freisetzen von schädlichen Stoffen bereits innerhalb des Stallbereichs verhindern oder vermindern, überprüft. Solche emissionsmindernden Maßnahmen können zum Beispiel spezielle Fütterungsstrategien oder die Verwendung von speziellen Futterzusatzstoffen, Einstreumaterialien, Fütterungs-, Tränke- und Klimatechniken sein.

Neben den emissionsmindernden Wirkungen können die verfahrensintegrierten Maßnahmen zudem auch positive Effekte auf die Tiergesundheit und das Tierwohl, den Energie- und Wasserverbrauch sowie auf die Arbeitsbedingungen des Tierhalters haben.

Der DLG-Prüfrahmen „Indoor-Verfahren zur Emissionsminderung“ beinhaltet Verfahren für die Untersuchung und Bewertung von Systemen zur Reduzierung von:

- Ammoniakemissionen,
- Staubemissionen und
- Geruchsemissionen.

Grundlage für die Verleihung eines DLG-Prüfzeichens ist eine Auslegung der Lüftungsanlage nach DIN 18910 (Wärmeschutz geschlossener Ställe – Wärmedämmung und Lüftung – Planungs- und Berechnungsgrundlagen für geschlossene zwangsbelüftete Ställe), der Betrieb unter Beachtung der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung (TierSchNutzTV) und der Nachweis einer ausreichenden Wirksamkeit des eingesetzten Verfahrens im Vergleich zum unbehandelten Referenzstall.

Als Bewertungsmaßstab dient die relative Minderungsleistung des geprüften Verfahrens im Vergleich zur unbehandelten Referenz. Als Bezugsgröße dienen hierbei die berechneten Emissionsfaktoren.

Im vorliegenden Test wurde das Verfahren **IndoorMin BVH: Lub-Uni-Bax-Uni** auf seine Wirksamkeit bei der Minderung von Ammoniakemissionen in Hähnchenmastanlagen untersucht. Die Wirkungen auf die Staub- und Geruchsemissionen waren nicht Bestandteil der Prüfung.

Das geprüfte Verfahren besteht aus einer Kombination der vier nachfolgenden Einzelmaßnahmen:

- Bedarfsangepasste Tränkwasser-Druckregelung *LUBING Optima E-Control* (LUBING Maschinenfabrik Ludwig Bening GmbH & Co. KG)
- Einstreuzusatzstoff *KlinoNisorb* (Unipoint AG)
- Tränkemittelzusatzstoff *BAXERO*® (Hydrobiomed)
- Futtermittelzusatzstoff *Klinofeed*® (Unipoint AG)

In der DLG-Prüfung wurde ausschließlich die Kombination der vier Einzelmaßnahmen hinsichtlich ihrer Wirksamkeit bei der Reduzierung von Ammoniakemissionen überprüft. Die DLG Auszeichnung beschränkt sich daher auf die geprüfte Kombination und ihre Wirksamkeit bei der Reduzierung von Ammoniakemissionen. Sie erstreckt sich nicht auf die Einzelmaßnahmen.

Andere Kriterien als die Wirksamkeit der Reduzierung von Ammoniakemissionen im Hähnchenmastanlagen wurden nicht geprüft.

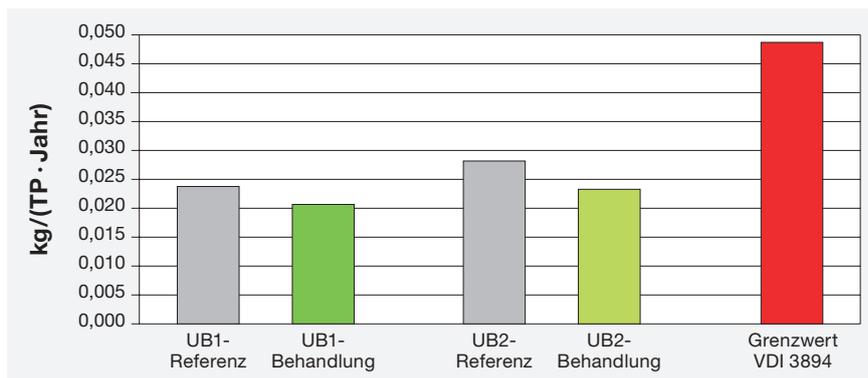
## Beurteilung – kurz gefasst

Das Emissionsminderungsverfahren **IndoorMin BVH: Lub-Uni-Bax-Uni** hat in der DLG-Prüfung seine Wirksamkeit bei der Reduzierung von Ammoniakemissionen in Hähnchenmastanlagen nachgewiesen.

Das geprüfte Verfahren besteht aus einer Kombination der vier nachfolgenden Einzelmaßnahmen:

- Bedarfsangepasste Tränke-  
wasser-Druckregelung **LUBING Optima E-Control** (LUBING Maschinenfabrik Ludwig Bening GmbH & Co. KG)
- Einstreuzusatzstoff **KlinoNorb** (Unipoint AG)
- Tränkemittelzusatzstoff **BAXERO®** (Hydrobiomed)
- Futtermittelzusatzstoff **Klino-feed®** (Unipoint AG)

Geprüft wurde nach dem DLG-Prüfrahmen „Indoor-Verfahren zur Emissionsminderung“. Die Untersuchungen fanden an zwei unabhängigen Versuchsstandorten in praktischen Einsatzbetrieben statt. Zur Beurteilung des Ammoniakminderungspotenzials wurden jeweils parallele Messungen mit und ohne Behandlung (Versuchs- und Referenzstall) unter ansonsten vergleichbaren Bedingungen durchgeführt (Fall-Kontroll-Ansatz). Der Messumfang betrug an jedem Standort sechs Messreihen über einen Zeitraum von jeweils etwa einer Kalenderwoche je Messreihe am Ende der Mastdurchgänge. Bei der zeitlichen Abfolge der Messreihen wurden Winter-, Sommer- und Übergangszeiten berücksichtigt. Auf den Versuchsstandorten wurden die Referenzställe konstant gehalten während die behandelten Ställe über die sechs Messreihen jeweils über zwei Versuchsställe wechselten. Als Bewertungsmaßstab dient die relative Minderungsleistung des geprüften Verfahrens im Vergleich zur unbehandelten Referenz.



**Bild 1:**  
*Emissionsfaktoren kg/(TP · Jahr)*

In beiden Einsatzbetrieben ist eine N- und P-reduzierte Fütterung üblich. Über die geringere Zufuhr an Rohprotein und Phosphor wird eine verminderte Ausscheidung an Stickstoff und Phosphor herbeigeführt. Die Emissionsfaktoren der beiden Referenzställe lagen mit 0,0236 kg/(TP · a) bzw. 0,0283 kg/(TP · a) bereits auf einem sehr niedrigen Niveau. In der Prüfung erreichte **IndoorMin BVH: Lub-Uni-Bax-Uni** gemittelt über beide Einsatzbetriebe und alle Messreihen im Vergleich mit den unbehandelten Referenzställen trotzdem einen Ammoniak-Minderungsgrad von 15,0 %.

Der nach der VDI-Richtlinie 3894 maximal zulässige Emissionsfaktor für die Hähnchenmasthaltung in Höhe von 0,0486 kg/(TP · a) wird in der Untersuchung in beiden Betrieben deutlich unterschritten.

Ohne die geprüfte Emissionsminderungsmaßnahme unterschreiten die beiden Standorte in der Unter-

suchung den maximal zulässigen Wert bereits um etwa 47 %. Durch die Behandlung mit **IndoorMin BVH: Lub-Uni-Bax-Uni** liegt der festgestellte Emissionsfaktor ca. 55 % unter dem VDI-Grenzwert. Das geprüfte Verfahren zeigte keine signifikanten Einflüsse auf die Futterverwertung oder die Mortalitätsraten.

In der DLG-Prüfung wurde ausschließlich die Kombination aus den vier Einzelmaßnahmen hinsichtlich ihrer Wirksamkeit bei der Reduzierung von Ammoniakemissionen überprüft. Die DLG-Auszeichnung beschränkt sich daher auf die geprüfte Kombination und erstreckt sich nicht auf die Einzelmaßnahmen. Die Wirkungen auf Staub- und Geruchsemissionen waren nicht Bestandteil der Prüfung.

Die erzielten Minderungsgrade beziehen sich nur auf eingestreute Stallungen mit Masthähnchen im Schwermastverfahren.

**Tabelle 1:**  
*Ergebnisse im Überblick*

DLG-QUALITÄTSPROFIL	Bewertung*
Emissionsminderung Ammoniak	■ ■ ■ □ □

\* Der DLG-Prüfrahmen gibt folgende Bewertungsmöglichkeiten in den Bewertungsschemata vor:  
Einzelkriterium Emissionsminderung Ammoniak: ■ ■ ■ oder besser = erfüllt, übertrifft oder übertrifft deutlich den festgelegten DLG-Standard, ■ = genügt den gesetzlichen Anforderungen für die Marktfähigkeit, ■ = nicht bestanden

## Das Produkt

### Anmelder und Hersteller

	<b>Bundesverband bäuerlicher Hähnchenerzeuger e.V. (BVH)</b> Claire-Waldoff-Straße 7, 10117 Berlin bvh@zdg-online.de	
<b>BAXERO®</b>	<b>HYDROBIOMED GmbH &amp; Co. KG</b> Untere Mühlstraße 12, 67551 Worms Telefon +49 (0)6241 909990 www.hydrobiomed.de, info@hydrobiomed.de	
<b>LUBING Optima E-Control</b>	<b>LUBING Maschinenfabrik Ludwig Bening GmbH &amp; Co. KG</b> Lubingstraße 6, 49406 Barnstorf Telefon +49 (0)5442 9879 0, www.lubing.de, info@lubing.de	
<b>KlinoNorb, Klinofeed®</b>	<b>Unipoint AG</b> Gewerbestraße 2, 8475 Ossingen, Schweiz Telefon +41 (0)52 305 20 41 info@unipoint.ch, www.unipoint.ch Vertrieb in Deutschland: Heforma GmbH Funnemannstraße 15, 59379 Selm Telefon +49 (0)2592 97703-0 info@heforma.de, www.heforma.de	

### Beschreibung und Technische Daten (Herstellerangaben)

#### *BAXERO® (Wasserzusatzstoff)*

**BAXERO®** ist ein flüssiges, ungiftiges neutrales Natriumhypochlorit, das u.a. zur Trinkwasserdesinfektion verwendet wird. **BAXERO®** baut Biofilme auf Oberflächen ab, in denen sich Mikroorganismen einbetten können. Hierdurch wird die Desinfektionswirkung erhöht. **BAXERO®** ist entsprechend der Kriterien der Richtlinien 67/548/EWG bzw. 1999/45EG oder der Verordnung (EG) 1272/2008 als nicht gefährlich eingestuft.

Der Wasserzusatzstoff wird dem Tränkewasser in einer Dosierung von 0,1 mg bis 0,3 mg auf 1 Liter Wasser im Normalfall über Dosierpumpen zugesetzt. Über die Dosierpumpenprotokolle kann die Beimengung dokumentiert und überwacht werden.

Für die Zudosierung von **BAXERO®** müssen entsprechende Einspülschleusen mit Dosiereinrichtung in das Tränkeleitungssystem installiert werden. Danach muss nur noch in regelmäßigen Abständen der Vorratsbehälter gewechselt werden.

#### *LUBING Optima E-Control (Tränketechologie)*

Der Druckminderer **LUBING Optima E-Control** erlaubt in Verbindung mit dem **LUBING Touch Controller LCO** die Überwachung und Steuerung der Wasserversorgung an der Tränkelinie.

In Abhängigkeit vom Wasserverbrauch der Tiere, Schwankungen im Wassernetz oder Tageszeiten variieren die Druckverhältnisse in Tränke-Systemen. Das kann zu Wassermangel im Tränkestrang oder bei zu hohem Wasserdruck auch zu leckenden Systemen führen. Über die elektronische Steuerung werden die Einstellungen für die Wasserversorgung an der Tränkelinie zentral vorgenommen und dann am Druckminderer mit Aktuatoren elektronisch geregelt. Durch diese Steuerung und Kontrolle der Wasserversorgung wird die Einstreu trockener gehalten, was zur Emissionsminderung und Erhöhung des Tierwohls beitragen kann.

Beim *LUBING Optima E-Control* werden die Betriebszustände mit Datum und Uhrzeit auf einer SD-Karte gespeichert. Diese kann dann zu Auswerte- oder Dokumentationszwecken ausgelesen werden.

Tabelle 1:  
Technische Spezifikationen *LUBING Optima E-Control*

Technische Spezifikationen	
Eingangsdruck	1 bis 3 bar
Einstellbare Wassersäule	5 bis 40 cm
Durchflussmenge	bis 1.500 l/h

Der Druckminderer *LUBING Optima E-Control* wird vormontiert geliefert und in die Tränkelinie installiert. Die Verbindung mit dem Controller erfolgt mittels 4-adrigem BUS-Kabel.

#### *KlinoNisorb (Einstreuzusatzstoff)*

*KlinoNisorb* wird bei der Herstellung von Stroh- oder Dinkelspelzenpellets mit einem Anteil von 15 % zugemischt. Es besteht zu annähernd 98 % aus dem Naturmineral Klinoptilolith, 1 % Kieselgur, 0,7 % Eisensulfat und 0,3 % ätherischen Ölen. *KlinoNisorb* ist gemäß Verordnung CLP t als ungefährlich und gemäß Richtlinie 67/548/EWG bzw. 1999/45EG als nicht gefährlich klassifiziert. Klinoptilolith ist als Futtermittelzusatzstoff zugelassen (Kennnummer: 1g568).

Weiterhin ist *KlinoNisorb* ein Microtracer beigefügt, der den analytischen Nachweis des Einstreuzusatzes in der Einstreu ermöglicht.

*KlinoNisorb* wird zusammen mit der Einstreu im Stall ausgebracht. Die fertige Einstreu besteht zu 15 % aus *KlinoNisorb*. Ein Nachstreuen während der laufenden Mastperiode ist nicht erforderlich. *KlinoNisorb* kann nach dem Ausstallen mit dem Stallmist einer üblichen Verwertung zugeführt werden.

#### *Klinofeed® (Futtermittelzusatzstoff)*

*Klinofeed®* besteht zu 80 % aus Klinoptilolith, einem hydrierten Natrium-Aluminium-Silikat sedimentären Ursprungs, und zu ca. 17 % aus Tonmineralen und Feldspat. Durch seine Kristallgitterstruktur hat *Klinofeed®* eine sehr große aktive Oberfläche. Es fungiert als Ionentauscher und bindet selektiv Schadstoffe (z.B. Ammonium) sowie freies Wasser im Futter aber keine nutritiven Bestandteile. *Klinofeed®* wird dem Futter üblicherweise bereits im Futtermischwerk mit einer Dosierung von 5 kg pro t beigemischt. Klinoptilolith ist als Futtermittelzusatzstoff (Kennnummer: 1g568) zugelassen.

Der Nachweis von *Klinofeed®* im Futter kann durch Mineralstoffanalysen geführt werden.

## Die Methode

Bei der DLG-Prüfung von „Indoor-Verfahren zur Emissionsminderung“ wird die Wirksamkeit von verfahrensintegrierten Maßnahmen, die das Entstehen oder das Freisetzen von schädlichen Stoffen bereits innerhalb des Stallbereichs verhindern oder vermindern, überprüft. Solche emissionsmindernden Maßnahmen können zum Beispiel spezielle Fütterungsstrategien oder die Verwendung von speziellen Futterzusatzstoffen, Einstreumaterialien, Fütterungs-, Tränke- und Klimatechniken sein.

Neben den emissionsmindernden Wirkungen können die verfahrensintegrierten Maßnahmen zudem auch positive Effekte auf die Tiergesundheit und das Tierwohl, den Energie- und Wasserverbrauch sowie auf die Arbeitsbedingungen des Tierhalters haben.

Der DLG-Prüfrahmen „Indoor-Verfahren zur Emissionsminderung“ beinhaltet Verfahren für die Untersuchung und Bewertung von Systemen zur Reduzierung von:

- Ammoniakemissionen,
- Staubemissionen und
- Geruchsemissionen.

Zur Beurteilung des Emissionsminderungspotenzials bei bestimmungsgemäßem Einsatz werden Messungen in mindestens zwei praktischen Einsatzbetrieben durchgeführt.

Die Messungen erfolgen nach dem Fall-Kontroll-Ansatz, also in jedem Versuchsbetrieb parallel mit und ohne Behandlung (Versuchs- und Referenzstall) unter ansonsten vergleichbaren Bedingungen.

Es sind jeweils mindestens 6 Messreihen durchzuführen, bei denen die zeitliche Abfolge so zu wählen ist, dass im Verlauf der Messungen Sommer-, Übergangs- und Winterzeiten enthalten sind.

An primären Messparametern werden die Ammoniak-, Staub- und Geruchsemissionen gemessen.

Daneben werden sogenannte sekundäre Messparameter erfasst, die die Höhe der Emissionen an primären Messparametern beeinflussen können (z.B. Luftraten, CO<sub>2</sub>-Konzentrationen, Stall- und Aussenklimadaten), oder zur Beschreibung der Produktionsverfahren und Produktionsintensitäten herangezogen werden (z.B. Anzahl Tiere, Lebendmassen, Futtermengen und Futterzusammensetzung, Einstreu- und Gülle- bzw. Dungmengen sowie -zusammensetzung, tierische Leistungen).

Aus den erhobenen Produktionsdaten wird eine N-Bilanz erstellt.

Die Messungen in Geflügelanlagen erfolgen bei voller Belegung vorzugsweise in der Mittel- und Endmastphase, in welcher messbare Emissionen und messbare Unterschiede in den Versuchsvarianten erwartet werden können.

Als Bewertungsmaßstab dient die relative Minderungsleistung des geprüften Verfahrens im Vergleich zur unbehandelten Referenz sowie dem derzeit gültigen Emissionsfaktor nach VDI-Richtlinie 3894. Als Bezugsgröße dienen hierbei die berechneten Emissionsfaktoren.

## Die Ergebnisse im Detail

Die Messungen wurden im Zeitfenster von August 2017 bis August 2018 auf zwei Praxisbetrieben in Nordrhein-Westfalen durchgeführt.

### Versuchsbetriebe

Bei beiden Versuchsbetrieben handelt es sich um Hähnchenmastanlagen mit Bodenhaltung auf Einstreu in geschlossenen Ställen mit Zwangsbelüftung. Die Küken werden mit einem Gewicht von ca. 40 g zugekauft. Die durchschnittliche Mastdauer beträgt 40 bis 42 Tage. Beide Betriebe wenden das Splittingverfahren an, bei welchem ca. 25 % der eingestellten Tiere um den 33. Masttag über Vorfang aus dem Bestand genommen werden. Die Mastendgewichte lagen während der Untersuchungen zwischen 2.300 g/Tier und 2.600 g/Tier und die Tiergewichte zum Zeitpunkt des Vorfangs zwischen 1.800 g und 2.000 g. Beide Betriebe verwenden eine N- und P-reduzierte Fütterung.

Die Betriebszeiten und die Emissionsdauer betragen in beiden Betrieben jeweils ca. 8.760 h/Jahr und 24 h/Tag.

Versuchsbetrieb 1 verfügt über sieben Stallanlagen, davon drei Altbauten mit je 36.800 bzw. 39.900 genehmigten Mastplätzen und vier Neubauten mit je 46.000 genehmigten Mastplätzen. Für die Messungen wurden drei der neuerbauten Ställe genutzt.

Versuchsbetrieb 2 verfügt über vier Ställe mit je 37.000 Mastplätzen. Für die Messungen wurden drei der Ställe genutzt.

In beiden Versuchsbetrieben wurde der Referenzstall konstant gehalten und die Behandlung mit den Emissionsminderungsmaßnahmen alternierend im Wechsel mit jeder Messreihe über zwei andere, identische Ställe durchgeführt.

In beiden Versuchsbetrieben wurde über eine Tünnellüftung gelüftet. Hierbei kam jeweils eine aktive Unterdruckregelung zum Einsatz. Die Ventilatoren wurden in Gruppen geschaltet. Es sind immer jeweils 1 bis 2 Ventilatoren pro Stall stufenlos geschaltet, während alle anderen Ventilatoren bedarfsweise über on/off-Regelung zugeschaltet werden. Geregelt wird über Stalltemperatur, Alter der Tiere und Stallfeuchte.

Weitere technische Kenngrößen zu den Stallanlagen sind in Tabelle 2 beschrieben.

Tabelle 2:

Technische Kenngrößen der Stallanlagen

	Versuchsbetrieb 1	Versuchsbetrieb 2
<b>Mastplätze je Stall</b>	46.000	37.000
<b>Nutzfläche je Stall</b>	2.000 m <sup>2</sup> (20 m x 100 m)	1.600 m <sup>2</sup> (20 m x 80 m) bzw. 1.800 m <sup>2</sup> (20 m x 90 m)
<b>Anzahl Tränkelinien je Stall</b>	8	8
<b>Anzahl Futterlinien je Stall</b>	4	4
<b>Futterwaage im Stall</b>	Fancom Typ F42 Messbereich 7...40 kg	Fancom Typ F38 Messbereich 7...40 kg
<b>Tierwaage im Stall</b>	Fancom Typ 747 Messbereich 0...3 kg Messfehler ± 90 g	Fancom Typ 747 Messbereich 0...3 kg Messfehler ± 90 g
<b>Lüftung</b>	Tünnellüftung mit aktiver Unterdruckregelung	Tünnellüftung mit aktiver Unterdruckregelung
<b>Wasseraufbereitung</b>	SKW-Filter	keine
<b>Fußbodenheizung</b>	nein	nein

Die Anlagen wurden während der Messungen bestimmungsgemäß betrieben.

## Ammoniakkonzentration, Emissionsfaktor und Emissionsminderungsrate

An jedem Betrieb wurden jeweils 6 Messreihen durchgeführt. Während einer Messreihe wurden innerhalb eines Versuchsbetriebes sowohl Referenzstall als auch Versuchsstall gleichzeitig beprobt. Die Messreihen begannen jeweils ca. 10 Tage vor der geplanten Ausstellung, also in der Mastendphase, in welcher die höchsten Emissionen im Stall und messbare Unterschiede in den Versuchsvarianten erwartet werden können. Die 6 Messreihen waren jahreszeitlich verteilt, sodass unter Sommer-, Winter- und Übergangsbedingungen geprüft werden konnte. Vorfänge und andere Abgänge wurden in der Auswertung berücksichtigt.

Gemessen wurden die Emissionen von Ammoniak (NH<sub>3</sub>) in der Stallluft. Die Probenahme erfolgte aus der freien Stallatmosphäre, also dem Tierbereich. Die Messstellen waren hierbei nahe der Abluftabsaugung platziert. Pro Stall wurden zwei Messpunkte installiert, die jeweils ca. 80 cm über dem Boden lagen. Beide Messpunkte waren jeweils ca. 10 m von der giebelseitig verbauten Abluftanlage entfernt. Die Messpunkte waren mit Endfiltern versehen, um den Eintrag von Staubpartikeln zu vermeiden. Von den Messpunkten wurde die Stallluft über beheizte PTFE-Leitungen in den Technikraum abgesaugt. Die Pumpen förderten das Messgas kontinuierlich in einen Sammelbehälter mit Überdruckventil, von wo aus das Messgas jeweils über eine weitere Pumpe in einen Messumschalter gefördert wurde. Der Messumschalter ordnete das Messgas aus den unterschiedlichen Sammelbehältern einem Gasmet FTIR-Analysator (Typ DX 4000) zu, in dessen Messzelle das Messgas über Infrarot-Spektroskopie analysiert wurde. Der Messbereich des Messgerätes lag bei 0 bis 50 ppm Ammoniak, die Messunsicherheit kann mit ± 0,5 ppm angegeben werden. Das Messgas aus dem Stall wurde jeweils in den Sammelbehältern gemischt. Um Hintergrundeinflüsse außerhalb des Stalles auszuschließen, wurde zusätzlich an jedem Betrieb die unbelastete Umgebungsluft abgesaugt und auf deren Konzentration an Ammoniak und Kohlendioxid untersucht.

Durch die kontinuierliche Spülung der Sammelbehälter mit Messgas ist eine sichere Messung auch bei langen Messleitungen gewährleistet.

Zur Berechnung der Emissionsmassenströme wurden die Luftvolumenströme im Stall ermittelt. Hierzu wurde das Messgas zusätzlich auf Kohlendioxid gemessen. Mittels CO<sub>2</sub>-Bilanzierung kann jede Konzentration im Tierbereich einem bestimmten Volumenstrom zugeordnet werden. Die so errechneten Luftvolumenströme wurden über eine Rastervolumenstrombestimmung am Abluftkamin verifiziert. Die zur Berechnung notwendigen Klimadaten wurden über eine unweit installierte DLG-Wetterstation erhoben.

Die aktuelle Anzahl der Tiere im Stall, Tiergewichte, Abgänge und Entnahme mit dem Vorfang, Stalltemperaturen sowie die Futtermengen und der Wasserverbrauch wurden den Stallbüchern entnommen. Die Daten zu Tiergewichten und Futtermengen entstammen den betriebseigenen Wiegeeinrichtungen. Die verwendeten Wiegeeinrichtungen sind in Tabelle 2 dargestellt.

Die gemessenen Konzentrationen an Ammoniak in der Stallluft wurde über die Tierdaten und die Luftvolumenströme in Massenströme umgerechnet. Zur Berechnung der Emissionsfaktoren wurde für die Mastphasen, die außerhalb der Messzeiten lagen, Erfahrungswerte aus zurückliegenden Messungen an vergleichbaren Betrieben herangezogen. Die Emissionsfaktoren der 6 Messreihen an den zwei Standorten wurde gemittelt und mit denen des Referenzstalles verglichen. Hieraus ergab sich der Wirkungsgrad der eingesetzten Minderungsmaßnahmen.

Die ermittelten und dargestellten Emissionsfaktoren beziehen auf die Anzahl an eingestellten Tieren.

Tabelle 3:  
Ergebnisse IndoorMin BVH: Lub-Uni-Bax-Uni

	Emissionsfaktor [kg/(TP · a)]		NH <sub>3</sub> -Minderungsgrad in %	Bewertung
	Referenzstall	Versuchsstall		
<b>Betrieb 1</b>	0,0236	0,0206	12,7	bestanden
<b>Betrieb 2</b>	0,0283	0,0234	17,3	bestanden
<b>arith. Mittel</b>	<b>0,0260</b>	<b>0,0220</b>	<b>15,0</b>	<b>bestanden</b>

Der errechnete Emissionsfaktor der beiden Referenzställe an den Untersuchungsbetrieben lagen mit 0,0236 kg/(TP · a) in Versuchsbetrieb 1 bzw. 0,0283 kg/(TP · a) in Versuchsbetrieb 2 bereits auf einem niedrigen Niveau. Die Minderungsmaßnahmen konnten den Emissionsfaktor in den Versuchsställen weiter auf 0,0206 bzw. 0,0234 kg/(TP · a) absenken. Im Mittel über beide Versuchsbetriebe wird ein Emissionsminderungsgrad von 15,0 % erzielt.

Die Ergebnisse sind in Tabelle 3 zusammengefasst.

Der in der VDI 3894 festgelegte Emissionsfaktor für die Hähnchenmasthaltung in Höhe von 0,0486 kg/(TP · a) wird in der Untersuchung in beiden Betrieben deutlich unterschritten.

### **Stickstoffbilanz, Plausibilität der Messergebnisse**

Um die erhaltenen Ergebnisse auf deren Plausibilität hin zu überprüfen, wurde für jede Messreihe über die Stickstoffeinträge mit der Einstreu und dem Futter sowie die Stickstoffausträge über die Gewichtszunahmen während dem Mastdurchgang, den Anstieg der Stickstoffgehalte im Mist sowie die gemessenen Emissionen eine Stickstoffbilanz erstellt.

Vor und nach jeder Messreihe wurden aus jedem Stall Einstreu- und Futterproben entnommen und anschließend auf ihre Gehalte an Stickstoff (Kjeldahl-Analyse), organische Substanz und Wassergehalt analysiert. Über die Betriebstagebücher wurden die eingeführten Futtermengen sowie die Zunahmen im Stall unter Berücksichtigung von Abgängen und Vorfängen ermittelt. Der über den Fleischansatz gebundene Stickstoff wurde mit dem Ansatz 30 g N/kg berechnet. Für den N-Gehalt im Stroh der Einstreu wurde bei der Berechnung ein Wert von 5 kg N/t verwendet.

Die eingebrachte Einstreu entsprach den betriebsüblichen Strohmenngen je Tierplatz. In Betrieb 1 wurden die Mistmengen bei Ausstallung durch den Lohnunternehmer gewogen und dokumentiert. Bei Betrieb 2 wurden die Mistmengen bei Ausstallung nicht gewogen. Daher wurden hier Erfahrungswerte des Betriebsleiters mit ca. 1,3 kg pro Tier und Durchgang im Winter und ca. 1,2 kg pro Tier und Durchgang im Sommer angesetzt.

Durch Gegenüberstellung der Summen an Stickstoffeinträgen und Stickstoffausträgen wird das resultierende Stickstoffsaldo in kg berechnet und in Relation zum eingetragenen Stickstoff gesetzt.

Die berechneten Stickstoffbilanzen beinhalten Messunsicherheiten, die in erster Linie auf der Schwierigkeit beruhen, während dem laufenden Mastbetrieb eine repräsentative Probe an Stallmist zu entnehmen, ohne eine zu große Beunruhigung im Stall hervorzurufen und damit das Tierwohl zu gefährden. Zudem stellt jede Probenentnahme nur eine Momentaufnahme der aktuellen Situation während der hochdynamischen Wachstumsverläufe im Stall dar. Auch die exakte Erfassung an Mistmenge nach dem Ausstallen sowie die Entnahme einer repräsentativen Probe für die Laboranalyse daraus ist fehlerbehaftet.

Daher können die erstellten N-Bilanzen lediglich als Begleitinformation herangezogen werden, um Hinweise darauf zu erhalten, ob die Messergebnisse unter Berücksichtigung der Begleitbedingungen als plausibel eingestuft werden können.

In Versuchsbetrieb 1 konnten im Mittel über alle Messreihen 83 % des eingetragenen Stickstoffs und in Versuchsbetrieb 2 konnten im Mittel über alle Messreihen 92 % des eingetragenen Stickstoffs wiedergefunden werden.

Damit bewegen sich die Wiederfindungsraten auf einem vergleichsweise hohen Niveau und die Messergebnisse konnten als plausibel eingestuft werden.

### **Futterverwertung und Mortalitätsraten**

Um einen möglichen Einfluss der Behandlungen auf den Tierbestand und die Tiergesundheit feststellen zu können, wurden die Futterverwertungen und die Mortalitätsraten über die Angaben in den Stallbüchern ermittelt.

Mit einer durchschnittlichen Futterverwertung von 1 : 1,55 (kg Gewichtszunahme : kg Futter) im Referenzstall und 1 : 1,54 im Versuchsstall während der Messphase liegt Versuchsbetrieb 1 auf einem für das Schwermast-

verfahren üblichen Niveau. Für Versuchsbetrieb 2 wurde eine Futtermittelverwertung von 1 : 1,57 in allen Ställen festgestellt. Das geprüfte Emissionsminderungsverfahren zeigte in keinem der beiden Versuchsbetriebe eine signifikante Wirkung auf die Futtermittelverwertung. Die Einzelergebnisse sind in Tabelle 4 dargestellt.

Tabelle 4:

Futtermittelverwertung (kg Futter : kg Gewichtszunahme)

Futtermittelverwertung	Betrieb 1		Betrieb 2	
	Referenzstall	Versuchsstall	Referenzstall	Versuchsstall
Messreihe 1	1,57	1,56	1,54	1,54
Messreihe 2	1,55	1,54	1,56	1,57
Messreihe 3	1,55	1,53	1,67	1,60
Messreihe 4	1,54	1,55	1,63	1,59
Messreihe 5	1,56	1,52	1,53	1,56
Messreihe 6	1,55	1,54	1,50	1,56
<b>arith. Mittel</b>	<b>1,55</b>	<b>1,54</b>	<b>1,57</b>	<b>1,57</b>

Die über die Anzahl der im Stallbuch angegebenen Abgänge ermittelte Mortalitätsrate lag für den Untersuchungszeitraum in Versuchsbetrieb 1 bei rund 2 % und im Versuchsbetrieb 2 etwas höher bei 3 %. Die Mortalitätsraten schwankten über die 6 Messreihen um ca. 0,5 %. Ein signifikanter Einfluss der Emissionsminderungsmaßnahmen auf die Mortalitätsrate konnte nicht festgestellt werden.

### Dokumentation und Nachweis der ordnungsgemäßen Anwendung

Um den Nachweis über den ordnungsgemäßen Betrieb bzw. den Einsatz der emissionsmindernden Maßnahmen zu erbringen ist der Anlagenbetreiber verpflichtet, eine entsprechende Dokumentation vorzuhalten. Die zum Nachweis dienenden Dokumente und Dateien müssen jeweils mindestens 5 Jahre aufbewahrt werden und sind der Überwachungsbehörde auf Verlangen vorzulegen.

Für die Verbrauchskomponenten im Emissionsminderungsverfahren (*KlinoN-sorb*, *Klinofeed*<sup>®</sup> und *BAXERO*<sup>®</sup>) müssen die Lieferscheine oder Einkaufsbelege vom Anlagenbetreiber gesammelt und aufbewahrt werden.

Darüber hinaus müssen für jeden Stall der Mastanlage mindestens einmal jährlich die Einstreu und das Futter einer Laboranalyse zugeführt werden. Auch die Laborberichte zu den beauftragten Analysen müssen fünf Jahre aufbewahrt und der Überwachungsbehörde auf Verlangen vorgezeigt werden.

Der Nachweis von *KlinoN-sorb* in der Einstreu kann im Labor bspw. über die Analyse der enthaltenen Micro-tracer aber auch über den Glührückstand oder den Aschegehalt erfolgen. *Klinofeed*<sup>®</sup> in der Futtermischung lässt sich z.B. über eine Mineralstoffanalyse mittels Röntgenfluoreszenz nachweisen.

*BAXERO*<sup>®</sup> wird mittels herkömmlichen Dosiereinheiten dem Tränkwasser zu dosiert. Neben den Einkaufsbelegen können die entsprechenden betrieblichen Protokolldateien, in denen die Pumpenlaufzeiten und Dosiermengen dokumentiert sind, ausgelesen und hinterlegt werden.

Das Druckminderersystem *LUBING Optima E-Control* bietet die Möglichkeit, eine Logging Funktion zu aktivieren. Dadurch werden Log-Dateien mit Zeitstempel auf einer SD-Karte im Controller gespeichert, die die folgenden Parameter umfassen: Spül- und Schaltvorgänge der Ventile, Druckeinstellung, Temperaturen, Wasserverbrauch, Betriebszustand der einzelnen Druckminderer. Somit kann der ordnungsgemäße Betrieb der Druckminderer dokumentiert werden.

Tabelle 5 gibt einen Überblick über die einzelnen Maßnahmen zum Nachweis der ordnungsgemäßen Anwendung.

Tabelle 5:

Dokumentation der eingesetzten Minderungsmaßnahmen IndoorMin BVH: Lub-Uni-Bax-Uni

	Dokumentation
<i>Klino N-Sorb</i>	Lieferscheine und jährliche Laboruntersuchung
<i>Klinofeed</i> <sup>®</sup>	Lieferscheine und jährliche Laboruntersuchung
<i>BAXERO</i> <sup>®</sup>	Lieferscheine und Log-Dateien
<i>LUBING Optima E-Control</i>	Log-Dateien

## Fazit

Das geprüfte InDoor-Emissionsminderungsverfahren **IndoorMin BVH: Lub-Uni-Bax-Uni** besteht aus einer Kombination der vier nachfolgenden Einzelmaßnahmen:

- Tränketchnik über Druckminderersystem *LUBING Optima E-Control* (LUBING Maschinenfabrik Ludwig Bening GmbH & Co. KG)
- Einstreuzusatzstoff *KlinoNorb* (Unipoint AG)
- Tränkemittelzusatzstoff *BAXERO*® (Hydrobiomed)
- Futtermittelzusatzstoff *Klinofeed*® (Unipoint AG)

**IndoorMin BVH: Lub-Uni-Bax-Uni** konnte in der durchgeführten Prüfung seine Wirksamkeit bei der Reduzierung von Ammoniakemissionen in Hähnchenmastanlagen mit Bodenhaltung auf Einstreu in geschlossenen Ställen mit Zwangsbelüftung nachweisen. Gemittelt über beide Einsatzbetriebe und alle Messreihen wurde ein Emissionsminderungsgrad von 15,0 % im Vergleich mit den unbehandelten Referenzställen erzielt.

Der nach der VDI Richtlinie 3894 maximal zulässige Emissionsfaktor für die Hähnchenmasthaltung in Höhe von 0,0486 kg/(TP · a) wird in der Untersuchung in beiden Betrieben deutlich unterschritten (s. Bild 2).

Das geprüfte Verfahren zeigte keine signifikanten Einflüsse auf die Futtermittelverwertung oder die Mortalitätsraten.

Alle eingesetzten Minderungsmaßnahmen können dauerhaft dokumentiert und deren Einsatz nachgewiesen werden.

In der DLG-Prüfung wurde ausschließlich die Kombination der vier Einzelmaßnahmen hinsichtlich ihrer Wirksamkeit bei der Reduzierung von Ammoniakemissionen überprüft. Die DLG-Auszeichnung beschränkt sich daher auf die geprüfte Kombination und erstreckt sich nicht auf die Einzelmaßnahmen.

Andere Kriterien als die Wirksamkeit der Reduzierung von Ammoniakemissionen im Hähnchenmastanlagen wurden nicht geprüft.

## Weitere Informationen

### Prüfungsdurchführung

DLG TestService GmbH, Standort Groß-Umstadt

Die Prüfungen werden im Auftrag des DLG e.V. durchgeführt.

### DLG-Prüfrahmen

Indoor-Verfahren zur Emissionsminderung  
(Version 2/2017)

### Prüfungskommission

Prof. Dr. Jörg Oldenburg, Ingenieurbüro Oldenburg  
Frank Geburek, LK Coesfeld  
Katrín Regulín, LUGV Brandenburg  
Alfons Krafeld, LWK Nordrhein-Westfalen  
Dr.-Ing. Wilfried Eckhof, Ingenieurbüro Eckhof  
Thomas Heidenreich, SMUL Sachsen  
Dr. Gunnar Brehme, Wiesenhof

### Messinstitut

DLG TestService GmbH, Max-Eyth-Weg 1,  
64823 Groß-Umstadt

### Probenuntersuchung (Futter, Einstreu)

BGD-Bodengesundheitsdienst GmbH  
Marktbreiter Straße 74, 97199 Ochsenfurt

### Fachgebiet

Landwirtschaft

### Bereichsleiter

Dr. Ulrich Rubenschuh

### Prüfingenieur(e)\*

Dipl.-Ing. (FH) Tommy Pfeifer

\_\_\_\_\_  
\* Berichterstatter

## DLG. Offenes Netzwerk und fachliche Stimme.

Die DLG e.V. (Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft), 1885 von Max Eyth gegründet, ist eine Fachorganisation der Agrar- und Ernährungswirtschaft. Leitbild ist der Wissens-, Qualitäts- und Technologietransfer zur Förderung des Fortschritts. Dabei fungiert die DLG als offenes Netzwerk und fachliche Stimme in der Agrar- und Ernährungswirtschaft.

Als eine der führenden Organisationen ihrer Branche organisiert die DLG internationale Messen und Veranstaltungen in den Kompetenzfeldern Pflanzenbau, Tierhaltung, Land- und Forsttechnik, Energieversorgung und Lebensmitteltechnologie. Ihre Qualitätsprüfungen für Lebensmittel sowie Landtechnik und Betriebsmittel erfahren weltweit hohe Anerkennung.

Ein weiteres wichtiges Leitmotiv der DLG ist es seit über 130 Jahren den Dialog zwischen Wissenschaft, Praxis und Gesellschaft über Fach- und Ländergrenzen hinweg zu fördern. Als offene und unabhängige Organisation erarbeitet ihr Expertennetzwerk mit Praktikern, Wissenschaftlern, Beratern, Fachleuten aus Verwaltung und Politik aus aller Welt zukunftsorientierte Lösungen für die Herausforderungen der Agrar- und Ernährungswirtschaft.

### Test-Kompetenz in Agrartechnik und Betriebsmitteln

Das DLG-Testzentrum Technik und Betriebsmittel ist mit seinen Methoden, Prüfrahmen und Auszeichnungen führend in der Prüfung und Zertifizierung von Agrartechnik und Betriebsmitteln. Die Methoden und Testprofile sind praxisbezogen, herstellerunabhängig und von neutralen Prüfungskommissionen erarbeitet. Sie beruhen auf modernsten Mess- und Prüfverfahren, auch internationale Standards und Normen werden berücksichtigt.

Interne Prüfnummer DLG: 2017-00080

Copyright DLG: © 2020 DLG



**DLG TestService GmbH**

**Standort Groß-Umstadt**

Max-Eyth-Weg 1 • 64823 Groß-Umstadt

Telefon: +49 69 24788-600 • Fax: +49 69 24788-690

Tech@DLG.org • www.DLG.org

Download aller  
DLG-Prüfberichte kostenlos  
unter: [www.DLG-Test.de](http://www.DLG-Test.de)