

# Ammoniak- und Treibhausgas- Emissionen und Minderung in der Geflügelhaltung – Stand des Wissens

Vortrag von:

Prof. Wolfgang Büscher

Universität Bonn,

Institut für Landtechnik



anlässlich der KTBL Veranstaltung Emissionen der Tierhaltung – 2023  
erheben, beurteilen, mindern

am 10. Oktober 2023



## „Was erwartet Sie?“

- Hintergrund & Motivation
- Geflügel-Haltung & Systeme
- Strategien zur Minderung
  - von der Input-Minimierung
  - .....
  - bis zur Abluftreinigung
- Wege zur Klimaneutralität
- *persönliches Fazit*

*Gerüche*

*Stäube*

*Ammoniak*

*Methan*

*Lachgas*



# Relevante Haltungsverfahren für Geflügel

**Legehennen  
(→ Eier)**

**Mastgeflügel  
(→ Fleisch)**

~~Käfig~~  
(in Deutschland  
verboten seit  
2009)

Boden

**Voliere\***

**Broiler**  
Bodenhaltung

**Puten**  
Bodenhaltung

**Enten**  
Bodenhaltung

**Haltungsfom**  
 0 = Ökologische Erzeugung  
 1 = Freilandhaltung  
 2 = Bodenhaltung  
 3 = Käfighaltung

**Erzeugerland**  
 [z. B. DE steht für Deutschland]

**Bundesland**  
 [05 = NRW]

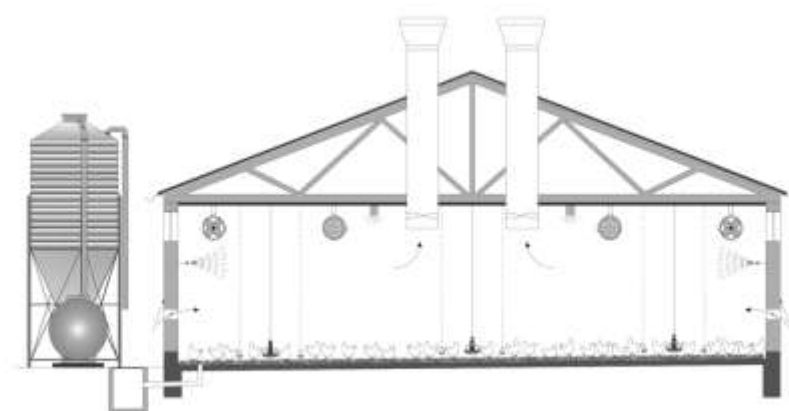
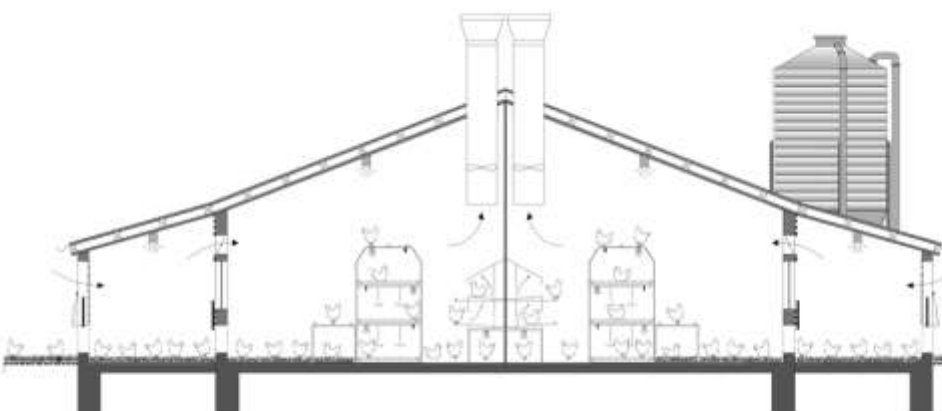
**Legebetriebsnummer**  
 2-DE-0514501

Quellen: Marktinfo Eier & Geflügel (MEG), IDEG Informationsgemeinschaft Deutsches Geflügel

# Typische Haltungssysteme

## Legehennen

## Broiler

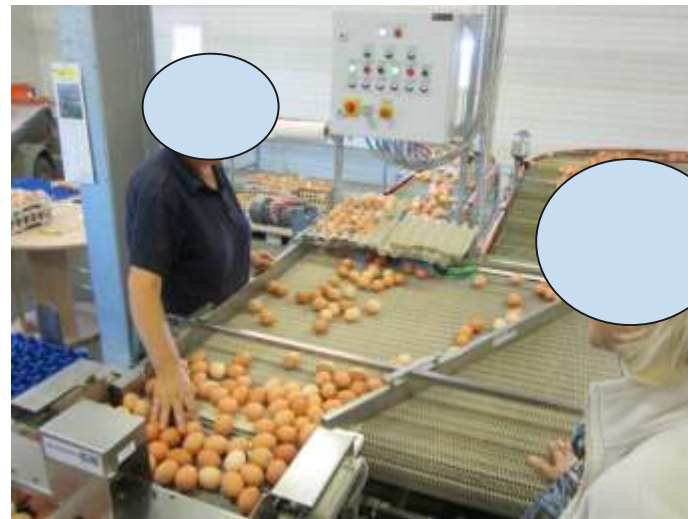


„Bodenhaltung“, Voliere, Kaltscharraum, Auslauf  
ca. 20 Tiere pro m<sup>2</sup>

Bodenhaltung, 35 kg/m<sup>2</sup>

Bildquellen: [www.KTBL.de](http://www.KTBL.de) „Nationaler Bewertungsrahmen“ (2023)

## Konventionelle Legehennen-Haltung („Bodenhaltung“ als Voliere mit zentraler Eier-Sammel-Sortier-Technik)



**Erhöhte Legenester, Sitzstangen, Futter- und Wasserlinien;  
Scharren/Sandbaden am Boden, optional im Kaltscharraum und optional im Auslauf**



**Konventionelle Broilerhaltung (Bodenhaltung mit Einstreu; Futter- und Wasserlinien)**



Eigene Untersuchungen mit erhöhtem Boden im Wasser- & Futterbereich (Bildquellen: C. Adler)

# Wo findet man aktuelle („valide“) Zahlen?



The screenshot shows a web browser window with the URL <https://www.luft.sachsen.de/gv-schlüssel-und-emissionsfaktoren-tierhaltung-14458.html>. The page header includes the logo for **sachsen.de** and navigation links for **Sachsen**, **Politik und Verwaltung**, **Themen**, and **Service**. A search bar contains the text "Wonach suchen Sie?". Below the header, there are accessibility options: **Schriftgröße anpassen**, **Kontrast erhöhen**, **Animationen stoppen**, and **Seite vorlesen**. The main content area features a large heading: **GV- Schlüssel und Emissionsfaktoren Tierhaltung**. Underneath, the sub-heading **Tierhaltung** is followed by a paragraph: "Für die Tiergruppen Rinder, Schweine, Geflügel, Pferde, Ziegen, Schafe und Pelztiere wurden für unterschiedliche Haltungsverfahren sowie für die Lagerung von Festmist und Gülle Emissionsfaktoren aus verschiedener Literatur (z.B. KTBL-Arbeitsblätter) und aus eigenen Untersuchungen des Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie zusammengetragen." To the right, an **Ansprechpartner** box lists the **Sächsisches Staatsministerium für Energie, Klimaschutz, Umwelt und Landwirtschaft**, Referat 46: Immissionsschutz, Störfallvorsorge, with contact information: Postanschrift: Postfach 10 05 10, 01076 Dresden; and Telefon: 0351 584-24611. A date stamp **13.10.2023** is visible in the bottom left corner. The page number **7** is shown in the bottom right corner.

## Emissionsdatenbank Sachsen → NH<sub>3</sub>

Emissionsfaktoren021208.xls [Geschützte Ansicht] - Excel

GESCHÜTZTE ANSICHT Vorsicht — Dateien aus dem Internet können Viren enthalten. Wenn Sie die Datei nicht bearbeiten müssen, ist es sicherer, die geschützte Ansicht beizubehalten.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
Nr.	Tierart	Haltungsverfahren/ Aufstallungsart/ Entmistung	Empfohlene Emissionsfaktoren	TA Luft	Nationaler Bewertungsrahmen	Sachsen Rinderrichtlinie	KTBL 333	BVT-Intensivtierhaltung	KTBL 449	KTBL 447	KTBL 406	Holl. Ammoniakrichtlinie	E-Mails Projekte	Kommentar / Quelle zu E-mail's Projekte
		<b>AMMONIAK</b>	kg TP <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>	kg TP <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>	kg TP <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>	kg TP <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>	kg TP <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>	kg TP <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>	kg TP <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>	kg TP <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>	kg TP <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>	kg TP <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>	kg TP <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>	
60	3.	<b>Legehennen</b>					0,010 – 0,386							
61	3.1	Käfighaltung / Kotband ohne Belüftung	0,12	-	-	-	-	-	-	-	0,12	-	-	
62	3.2	Käfighaltung mit belüfteten Kotband	0,0389	0,0389	0,15	-	-	0,035	0,019-0,063	0,02	0,15	-	-	
63	3.3	Volierenhaltung mit belüfteten Kotband	0,056	0,0911	0,17	-	-	0,01	0,091-0,136	0,05	0,17	-	0,056	
64	3.4	Kleinvoliere mit belüfteten Kotband (ausgestaltete Käfige)	0,051	-	-	-	-	-	0,031-0,049	-	-	-	0,051	Konvention LFUG/LFL (Käfig * 1,3)
65	3.5	Bodenhaltung mit Kotbunker	0,3157	0,3157	0,41	-	-	0,315	0,296-0,389	0,17	0,41	-	0,312	Lippmann, LFL 2007
66	3.6	Bodenhaltung mit Portalsystem	0,0075	0,0911	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0075	Lippmann, LFL 2007 (Salmel)
67														
68	4.	<b>Mastgeflügel</b>												
69	4.1	Masthähnchen Bodenhaltung	0,0486	0,0486	0,0486	-	-	0,08	0,006-0,308	0,25-0,58	-	-	-	
70	4.2	Erlen (Pekingenten)	0,1457	0,1457	0,1457	-	-	0,21	0,02-0,74	0,32	-	0,21	-	
71	4.3	Puten (Aufzucht)	0,7286	0,7286	0,7286	-	-	0,68	-	0,15-0,59	-	0,15	-	
72	4.4	Puten Hennen	0,7286	0,7286	0,7286	-	-	0,68	0,47-2,00	0,68	-	0,68	-	
73	4.5	Puten Hähne	0,7286	0,7286	0,7286	-	-	0,68	0,47-2,00	0,68	-	0,68	-	
74	4.6	Strauße (Elterntiere)	2,5	-	-	-	-	-	-	-	-	2,5	-	
75	4.7	Aufzuchtstraube bis 4 Monate	0,9	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3	-	
76	4.8	Maststraube 4 - 12 Monate	1,8	-	-	-	-	-	-	-	-	1,8	-	

Ammoniak Geruch Feinstaub Lachgas Methan



## Emissionsdatenbank Sachsen → CH<sub>4</sub>

Emissionsfaktoren021208.xls [Geschützte Ansicht] - Excel

GESCHÜTZTE ANSICHT: Vorsicht — Dateien aus dem Internet können Viren enthalten. Wenn Sie die Datei nicht bearbeiten müssen, ist es sicherer, die geschützte Ansicht zu verwenden.

A	B	C	D	E	F	G
Nr.	Tierart	Haltungsverfahren Aufstallungsart Entmistung	Empfehlung	Nationaler Bewertungsrahmen	BVT-Intensivtierhaltung	KTBL 449
<b>METHAN</b>						
			kg TP <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>	kg TP <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>	kg TP <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>	kg TP <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>
1.	<b>Rinder</b>					
1.1	Milchkühe					
1.1.1		Anbindehaltung	143,2	52,6-143,2	-	-
1.1.2		Laufstallhaltung/ Liegeboxen	170,8	87,6-170,8	-	-
1.1.3		Laufstallhaltung/ Tretmist	342,5	342,5	-	-
2.	<b>Schweine</b>					
2.1	Mastschweine					
2.1.1		wärme gedämmter Stall/ Flüssigmist/ Vollspalte	3,65	1-5,8	2,8 - 4,5	3,65
2.1.2		wärme gedämmter Stall/ Flüssigmist/ Teilspalte	4,38	4-30	4,2 - 11,1	4,38
2.1.3		wärme gedämmter Stall/ Tiefstreu/ Kompost	1,8	1,6-1,8	0,9 - 1,1	2,8-8,98
2.1.4		Außenklimastall/ Kistenstall/ Flüssigmist	3,3	0,7-3,3	-	2,81-4,89
2.1.5		Außenklimastall/ Kistenstall/ Festmist	2,8	0,8-2,8	-	-
2.1.6		Außenklimastall/ Kompost	7,6	4,7-7,6	-	-
2.2	Sauen/Ferkel					
2.2.1		gesamter Produktionsbereich	-	-	-	-
2.2.2		Sauen	21,10	-	21,10	-
2.2.3		Außerer Bereich	3,90	-	3,90	-
3.	<b>Legehennen</b>		0,04	-	0,021 - 0,043	-
4.	<b>Mastgeflügel</b>	Masthähnchen	0,01	-	0,004 - 0,006	-
5.	<b>Pferde</b>		-	-	-	-
6.	<b>Ziegen</b>		-	-	-	-
7.	<b>Flüssigmistlagerung</b>					
7.1	Milchviehülle	unbehandelt abgedeckt Schwimmdecke Winter	4,1	164 gm <sup>-3</sup>	-	-
7.2		unbehandelt abgedeckt Schwimmdecke Sommer	66,8	2501 gm <sup>-3</sup>	-	-

Ammoniak Geruch Feinstaub Lachgas **Methan**

# Emissionsdatenbank Sachsen → N<sub>2</sub>O

Emissionsfaktoren021208.xls [Geschützte Ansicht] - Excel

GESCHÜTZTE ANSICHT Vorsicht — Dateien aus dem Internet können Viren enthalten. Wenn Sie die Datei nicht bearbeiten müssen, ist es sicherer, die geschützte Ansicht beizubehalten.

Nr.	Tierart	Haltungsverfahren/ Aufstellungsart/ Entmistung	Empfehlung	Nationaler Bewertungsrahmen	BVT-Intensivtierhaltung	KTBL 449	Umrechnung aus nation. Bewertungsrahmen
22	3.1	Käfighaltung mit belüfteten Kotband	0,0033	0,0012-0,0033	-	-	
23	3.2	Volierenhaltung mit belüfteten Kotband	0,0029	0,0018-0,0029	-	-	
24	3.3	Bodenhaltung	0,0077	0,005-0,0077	-	-	
25	3.4	Bodenhaltung mit verschiedenen Einstreu	0,155	0,017-0,155	-	-	
<b>LACHGAS</b>							
			kg TP <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>	kg TP <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>	kg TP <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>	kg TP <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>	g/m <sup>2</sup> *d
29	4.	<b>Mastgeflügel</b>					
30	4.1	Masthähnchen	0,024	-	0,009 – 0,024	-	
31	4.2	Enten (Pekingenten)	0,1457	-	0,1457	-	
32	4.3	Puten (Aufzucht)	0,015	-	0,015	-	
33	4.4	Puten Hennen	0,015	-	0,015	-	
34	4.5	Puten Hähne	0,015	-	0,015	-	
36	5.	<b>Pferde</b>	-	-	-	-	
38	6.	<b>Ziegen</b>	-	-	-	-	

Ammoniak, Geruch, Feinstaub, **Lachgas**, Methan

# STATUS NH<sub>3</sub>

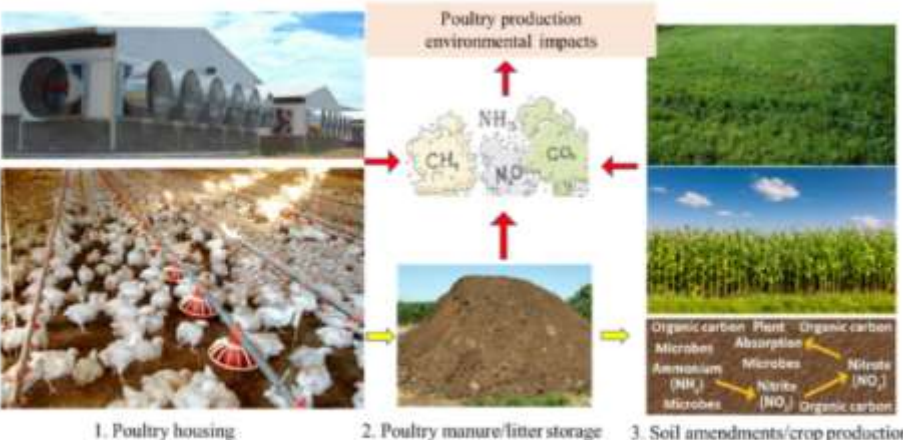


Fig. 1. Air emissions from poultry production systems.

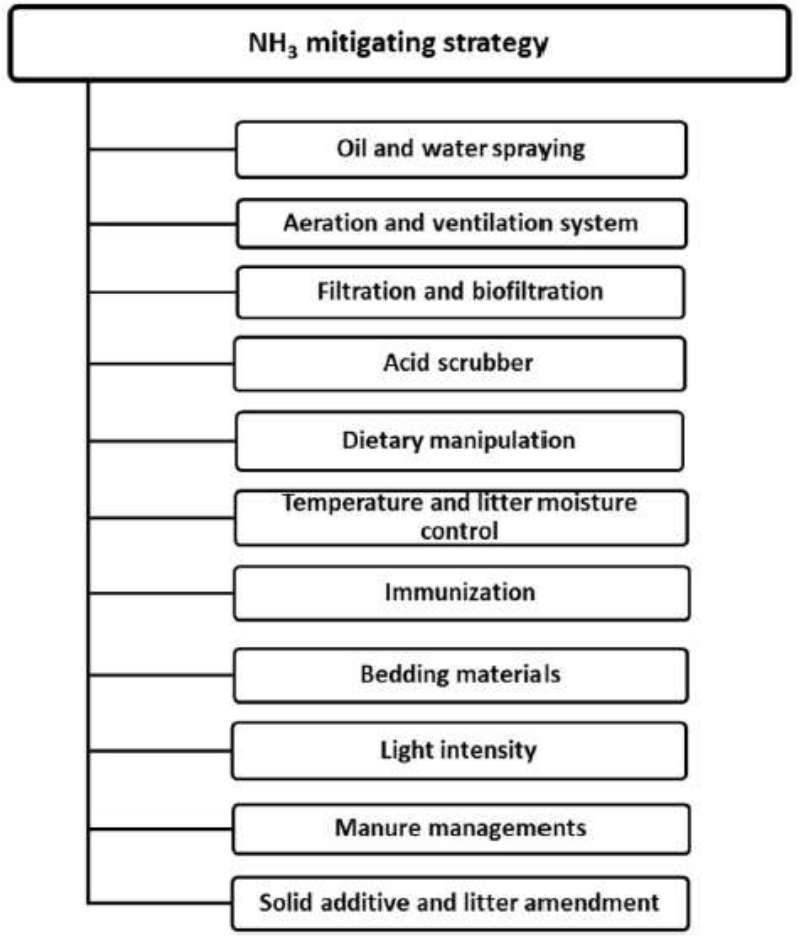


Fig. 4. Overview of NH<sub>3</sub> and odor mitigating strategy from poultry housing.

Bist et al., 2023

# 9 Minderungsstrategien → NH<sub>3</sub>-Emissionen

eigene Forschungsaktivitäten

1. **Strategie:** N-Ausscheidung (Harnstoff/Harnsäure) verringern  
 -> Fütterungsmaßnahmen / Futterverluste im Stall reduzieren
2. **Strategie:** Abbau von Harnsäure unterbinden -> Enzym-Inhibitoren
3. **Strategie:** schneller Abtransport der Exkreme aus dem Stall
4. **Strategie:** Verminderte Ausgasung durch Kühlung -> Beschattung, Isolierung, Kühlung
5. **Strategie:** Verminderte Ausgasung durch Ansäuern  
 -> pH-Wert Verschiebung durch Säurezugabe
6. **Strategie:** Verkleinerung der emittierenden Oberfläche -> Funktionsbereiche; Sitzstangen
7. **Strategie:** schnelles Ableiten des Emittenten intensives Reinigen der Oberflächen
8. **Strategie:** verringerter Luftaustausch über dem Emittenten  
 -> Lüftungssteuerung, Abdeckung, Abschottung
9. **Strategie:** Abluftreinigung -> Stand der Technik, aber „end of pipe“-Technologie



allerdings keine Wirkung gegenüber Methan und Lachgas

**Zwischenfazit: Die Datenlage für Methan und Lachgas ist sehr lückenhaft;  
 → die aktuelle Forschung fokussiert sehr stark auf Ammoniak**



*animals*



Article

## Effects of a Partially Perforated Flooring System on Ammonia Emissions in Broiler Housing—Conflict of Objectives between Animal Welfare and Environment?

Carolin Adler<sup>1,\*</sup>, Alexander J. Schmithausen<sup>2</sup>, Manfred Trimborn<sup>1</sup>, Sophia Heitmann<sup>3</sup>, Birgit Spindler<sup>3</sup>, Inga Tiemann<sup>1,4</sup>, Nicole Kemper<sup>3</sup> and Wolfgang Büscher<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institute of Agricultural Engineering, University of Bonn, 53115 Bonn, Germany; m.trimborn@uni-bonn.de (M.T.); inga.tiemann@uni-bonn.de (I.T.); buescher@uni-bonn.de (W.B.)

<sup>2</sup> Corteva Agriscience, Riedenburger Straße 7, 81677 München, Germany; alexander.schmithausen@corteva.com

<sup>3</sup> Institute of Animal Hygiene, Animal Welfare and Farm Animal Behaviour, University of Veterinary Medicine Hannover, Foundation, 30559 Hannover, Germany; sophia.heitmann@tiho-hannover.de (S.H.); birgit.spindler@tiho-hannover.de (B.S.); nicole.kemper@tiho-hannover.de (N.K.)

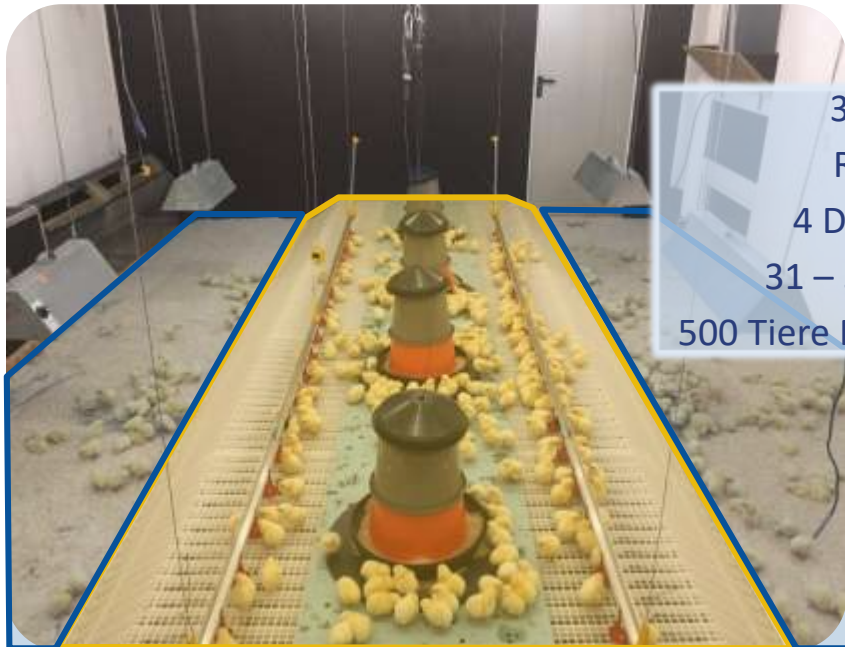
<sup>4</sup> Institute of Animal Science, University of Bonn, 53115 Bonn, Germany

\* Correspondence: c.adler@uni-bonn.de

(Adler et al., 2021)

## Studie 1 – Material und Methoden

### Innovatives Haltungskonzept (Case)

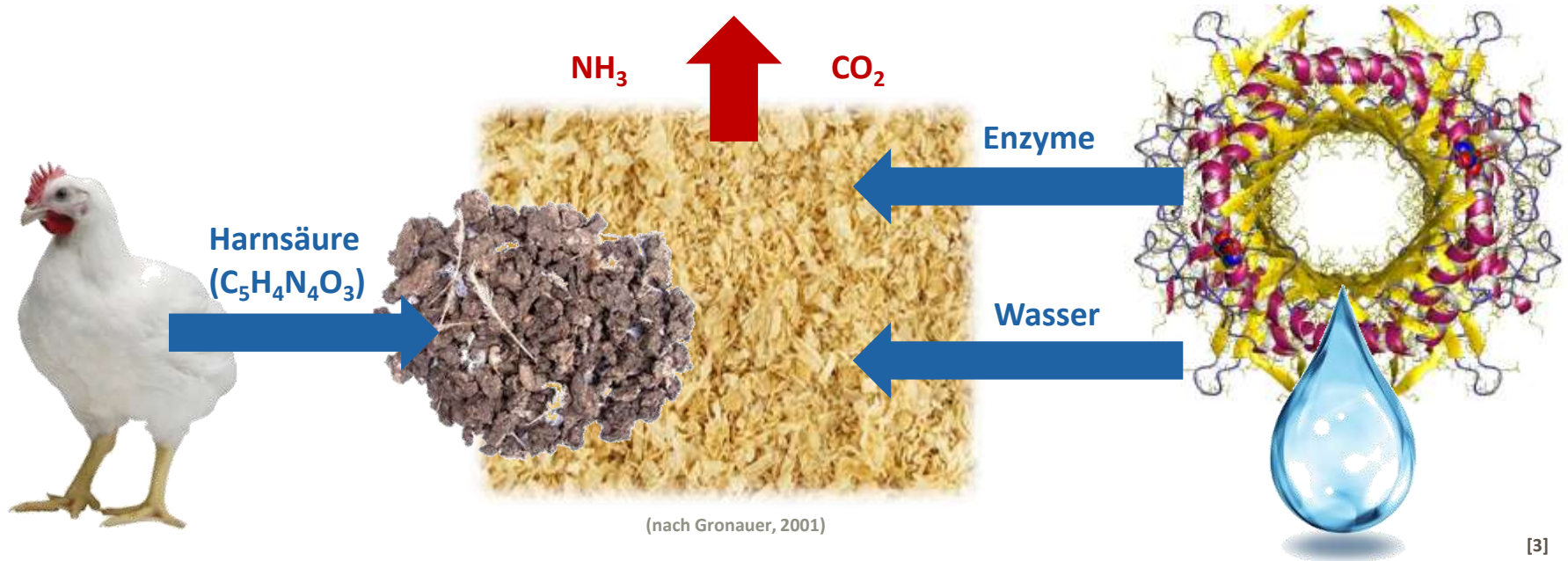


39 kg m<sup>-2</sup>  
 Ross 308  
 4 Durchgänge  
 31 – 32 Masttage  
 500 Tiere Durchgang<sup>-1</sup> Stall<sup>-1</sup>

### Konventionell (Control)

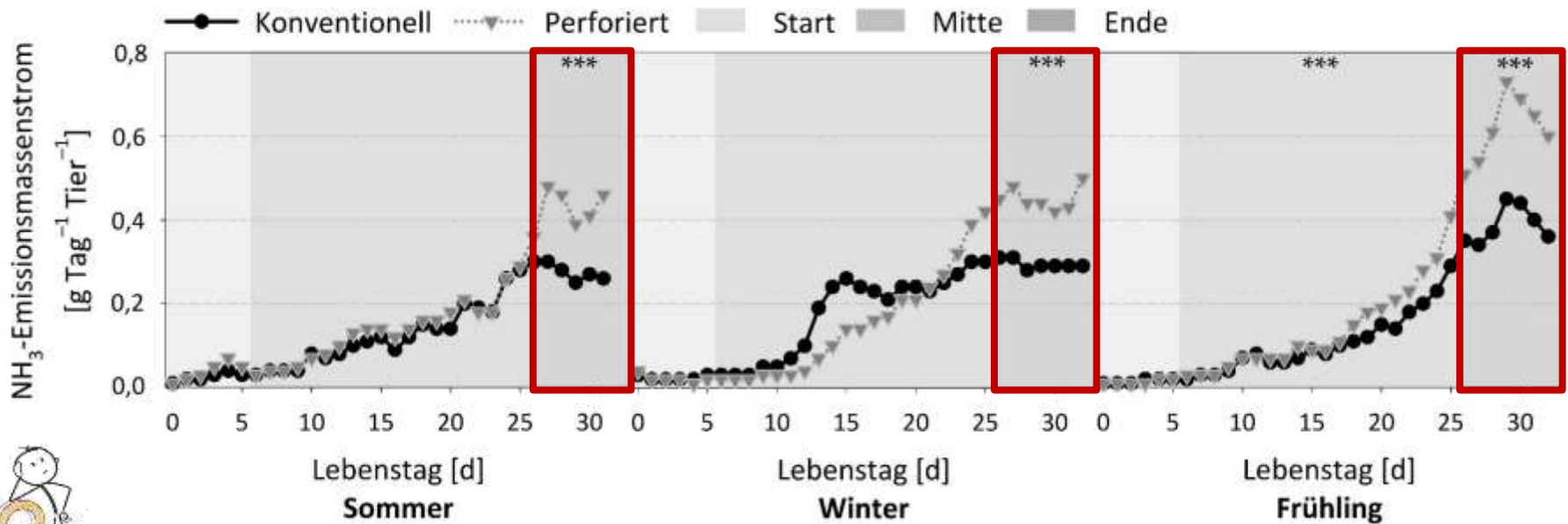


## Ammoniak-Bildung und –Freisetzung aus der Einstreu



## Ergebnisse der Studie → Umweltwirkung

### NH<sub>3</sub>-Emissionsmassenstrom



\*\*\* p ≤ 0,001



# Abluftreinigung ist gemäß der aktuellen TA-Luft

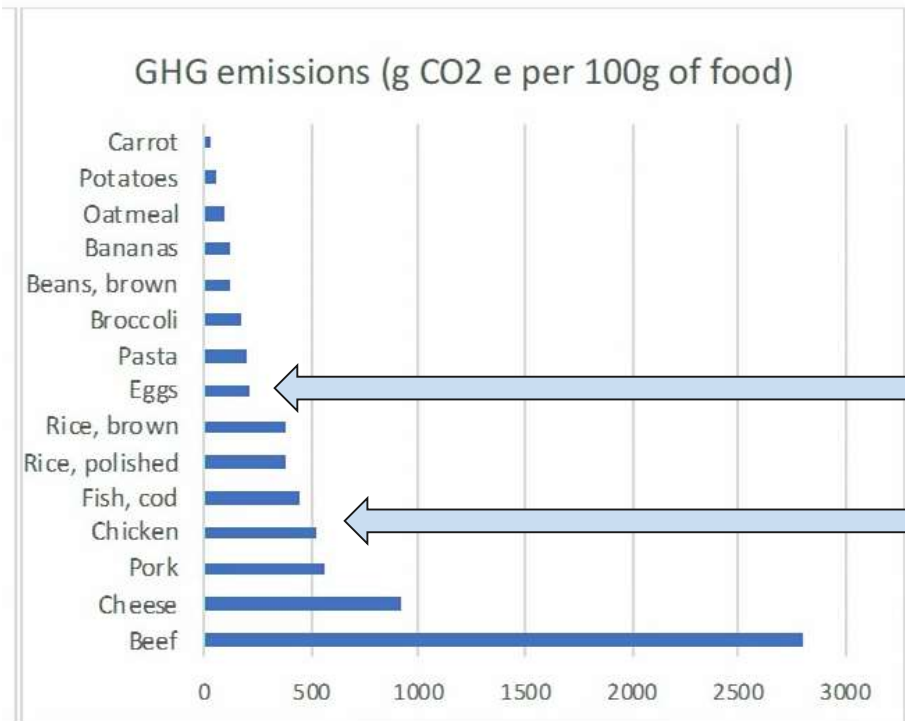
## „Stand der Technik“

- Zur Emissionsminderung von:
  - Geruch,
  - Ammoniak (NH<sub>3</sub>) und
  - Staub
- Sind bei „Großen Ställen“ verpflichtend einzusetzen
- Erfordern zusätzliche Ressourcen und Kosten
- Nur zertifizierte Anlagen werden zugelassen.
- **Staub und Leerstehphasen beim Geflügel sind ein Problem!**



# Stichwort: „Klimaneutrale Tierhaltung“

## Carbon Footprint (was ist die beste Bezugsgröße?)



Geflügelprodukte stehen vergleichsweise gut da 😊

Bruun Werner et a. 2014

# Bedarf an thermischer und elektrischer Energie

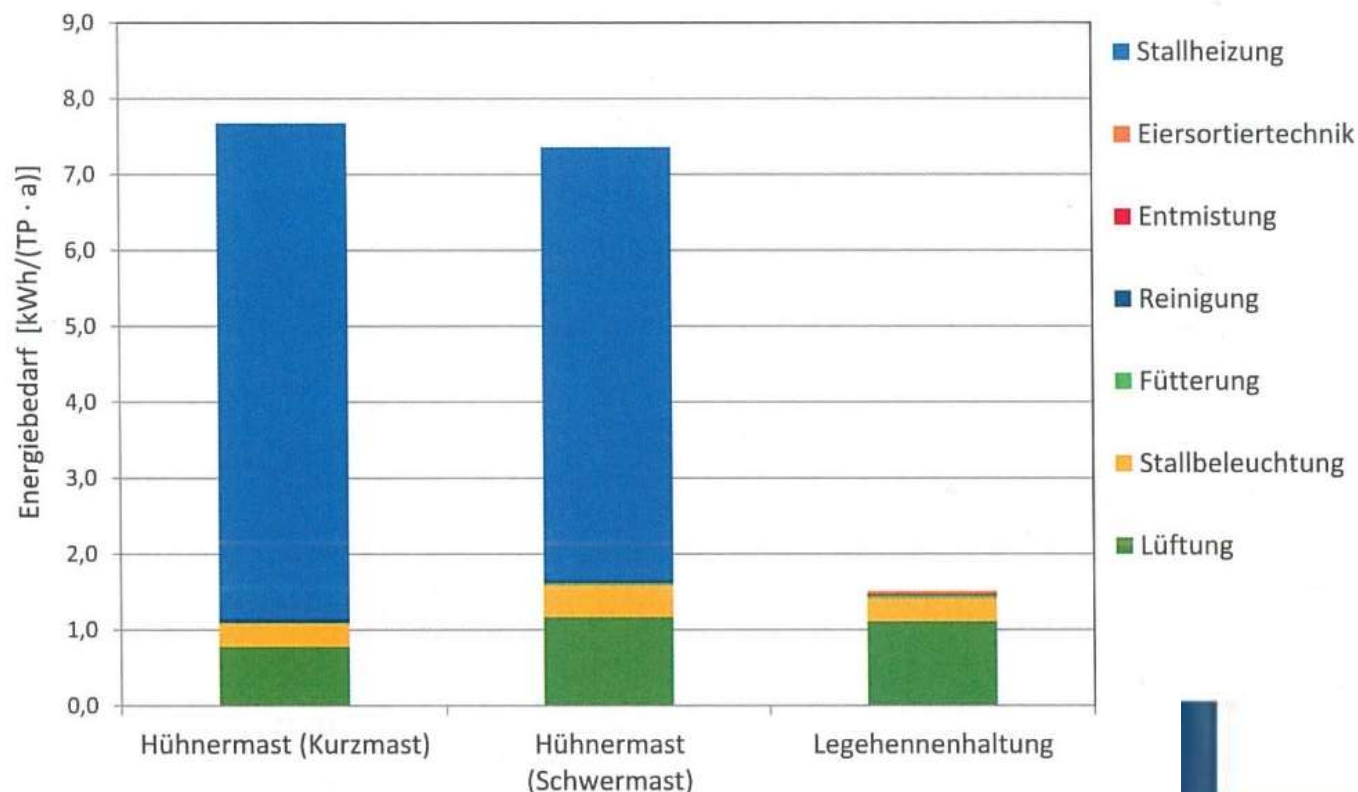


Abb. 7: Jährlicher Energiebedarf der Modellställe je Tierplatz

Langfristiges Ziel: Klimaneutralität in der gesamten Wertschöpfungskette!

Renewable and Sustainable Energy Reviews 181 (2023) 113322



Contents lists available at [ScienceDirect](#)

## Renewable and Sustainable Energy Reviews

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/rser](http://www.elsevier.com/locate/rser)



Towards a net-zero greenhouse gas emission egg industry: A review of relevant mitigation technologies and strategies, current emission reduction potential, and future research needs

F. Grassauer<sup>\*</sup>, V. Arulnathan, N. Pelletier

*Food Systems PRISM Lab, University of British Columbia Okanagan, 3247 University Way, Kelowna, BC V1V1V7, Canada*

### ARTICLE INFO

Keywords:

### ABSTRACT

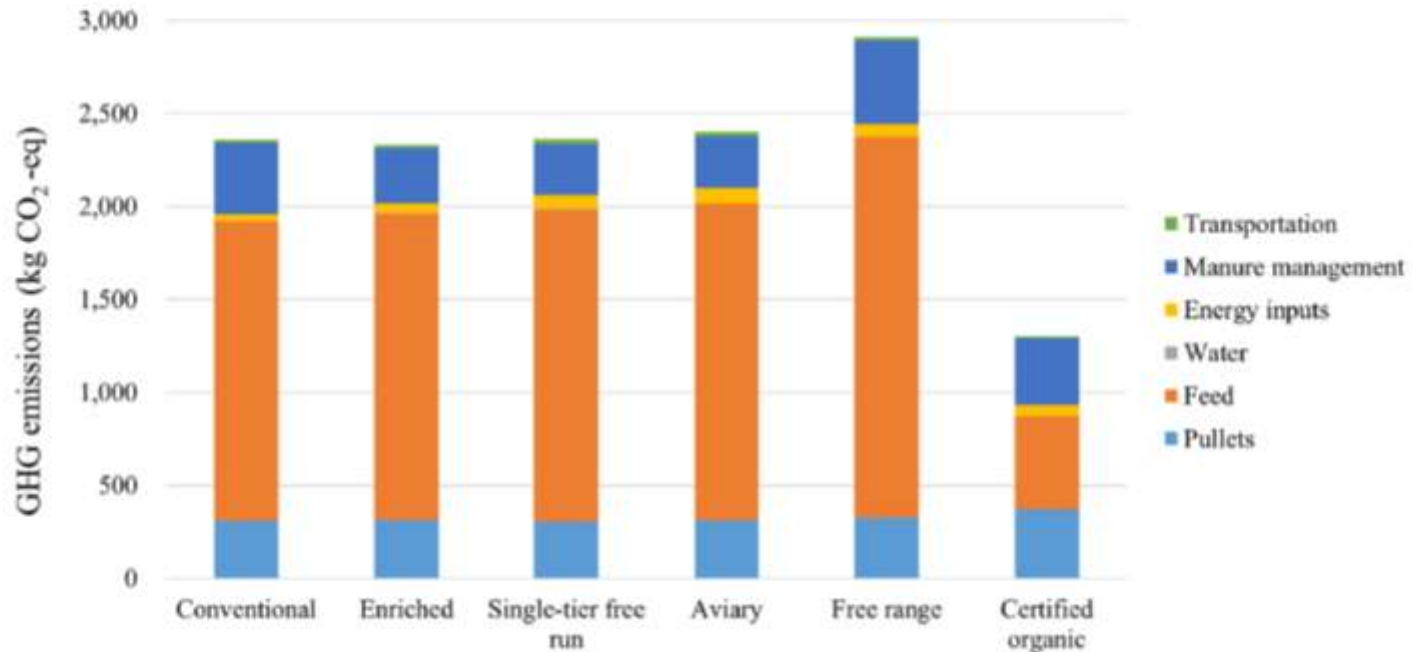
Despite having relatively low greenhouse gas (GHG) emissions compared to other terrestrial animal protein

# Einfluss des Haltungsverfahrens auf den CO<sub>2</sub>-Footprint

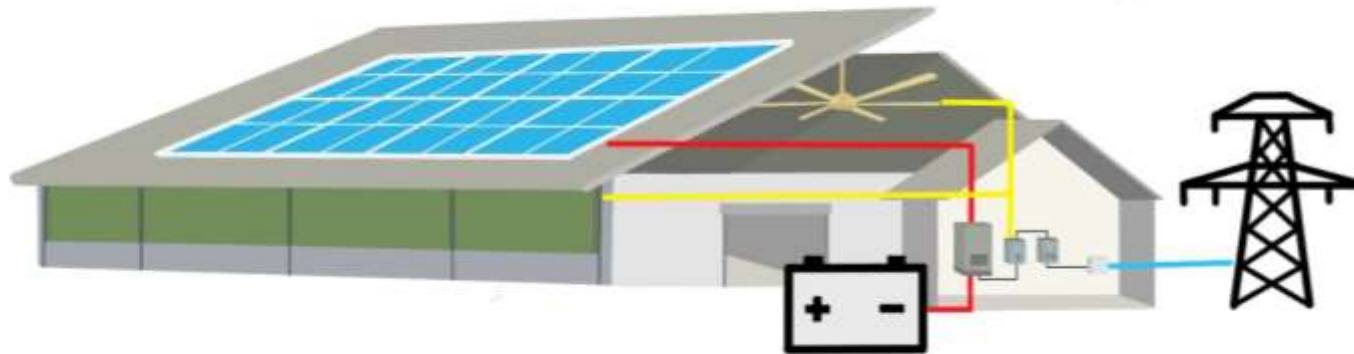
F. Grassauer et al.

Renewable and Sustainable Energy Reviews 181 (2023) 113322

**A)**

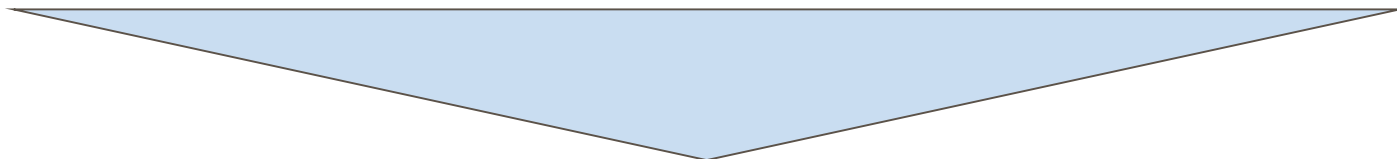


## Energiemanagement in der Landwirtschaftlichen Tierhaltung → Bilanz



Verbrauch von  
Strom, Treib- und fossilen Brennstoffen

Erzeugung und Rückgewinnung  
von Strom, Wärme und Biogas



Persönliches

Fazit:

Der Weg zu einer klimaneutralen  
Geflügelhaltung geht derzeit nur über  
die Vermeidung von fossilen Brennstoffen  
und über „CO<sub>2</sub><sub>equiv</sub>-Gutschriften“ für  
die Strom-Erzeugung! 😊

.. nach diesem Vorbild:

nach klimatechnischer Optimierung (WRG; Abwärmenutzung)

**maximale Selbstversorgung mit Strom**

**+ Wärmebereitstellung aus Strom**

**+ Überschuss-Strom-Einspeisung**

