



# Optimale Klimatisierung von Legehennenställen

## Theorie und Praxis

Ing. Irene Mösenbacher-Molterer  
Abteilung für Tierhaltungssysteme, Technik & Emissionen  
HBLFA Raumberg-Gumpenstein, AUT

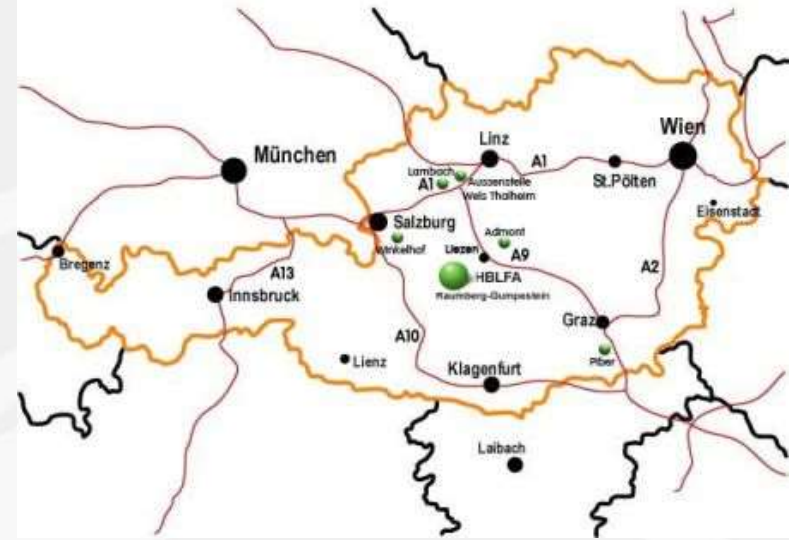
---

**GEFLÜGELTAGUNG**  
**BLV und WPSA Gruppe Schweiz**

Inforama Rütli, 3052 Zollikofen  
Donnerstag, 28. Februar 2019

# Betätigungsfelder

- Nutztierforschung
- Pflanzenbau & Kulturlandschaft
- **Tier, Technik und Umwelt**
- Biolog. Landwirtschaft & Biodiversität der Nutztiere
- Forschungsgruppe Ökoeffizienz
- Höhere Bundeslehranstalt für Landwirtschaft



# Gesetzliche Vorgaben

- In Räumen und Innengehegen muss ein den Tieren angepasstes Klima herrschen
- Bei geschlossenen Räumen mit künstlicher Lüftung muss die Frischluftzufuhr auch bei Ausfall der Anlage gesichert sein
  - Funktionstüchtige Alarmanlagen
  - Selbstöffnende Fenster
  - Notstromaggregat

# Gesetzliche Vorgaben

- keine Zugluft
- keine stickige Luft
- höchstens mässiger Staub
- gutes Atmen möglich
- Stalltemperatur überschreitet im Sommer die Aussentemperatur kaum
- Lüftung im Winter nicht abgestellt

# DIN 18910

- **optimale Stalltemperatur** für Jung- und Legehennen von **22-16°C** (mit dem Alter der Tiere abnehmend)
- maximale biologische Leistung bei gleichzeitig niedrigstem Futterverbrauch
- **rel. Luftfeuchte zwischen 60 und 80 %**
- Temperaturwechsel im Tagesgang wirkt auf die Tiere stimulierend

**BAUSCHUTZ**

# Belüftungssystem



- Art der Tiere
- Lebendgewicht
- Anzahl der Tiere pro Quadratmeter
- Gebäudekubatur
- Standort
- unterschiedliche klimatische Regionen

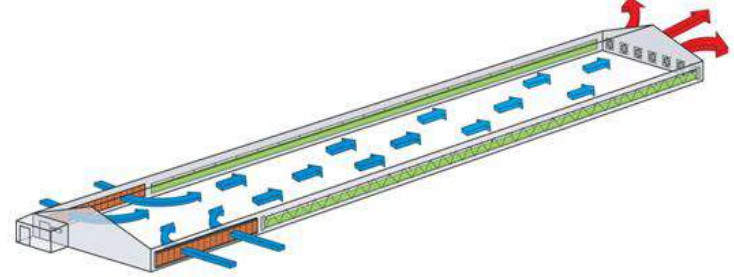
# Lüftungssysteme



- **Seitenwandlüftung**

- klassisches Unterdrucksystem zur Geflügelproduktion, kann an die meisten Stallgebäude angepasst werden
- System ist für gemäßigte Klimaregionen konzipiert
- Frischluft über Wandventile

# Lüftungssysteme



Quelle: Niedersächsisches Ministerium für Ernährung  
Landwirtschaft und Verbraucherschutz (2016)

- **Tunnellüftung**

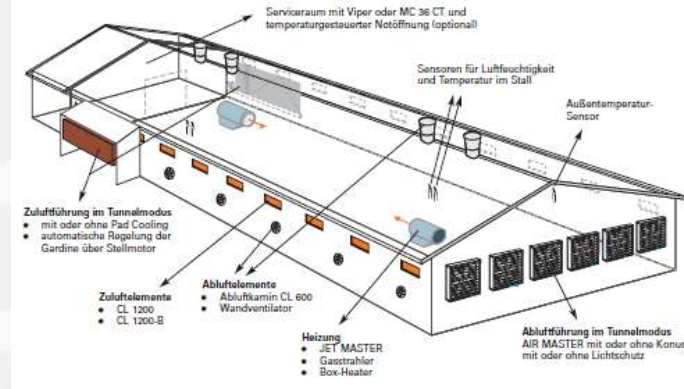
- Luft wird stirnseitig angesaugt
- abluftseitig Ventilatoren (Giebel oder oberflur), welche einen Luftstrom im Stall erzeugen
- Kühlflächen oder Hochdruckkühlung möglich
- je höher die Geschwindigkeit, desto niedriger die gefühlte Temperatur



# Lüftungssysteme

- **Kombinierte Tunnellüftung**

- bei kaltem Klima Zuluft über Wand- oder Deckenventile (Seitenbelüftung, gleichmäßige Temperaturen)
- bei warmem Klima Tunnellüftung (kühlender Luftstrom, Temperaturabsenkung)
- Steuerung Luftauslass in Abhängigkeit von der Außentemperatur



Quelle: [www.bigdutchman.com](http://www.bigdutchman.com)

# Klimatische Stressoren

- Vermeidung von Hitze- und Kältestress
- falsche Fühlerposition
- unzureichende Ventilation/Klimatisierung verursacht Einschränkungen von Gesundheit und Wohlbefinden
- je nach Stalltyp keine Wahlmöglichkeit des Aufenthaltsortes

# Klimatische Stressoren

- kaum Anzeichen von Unwohlsein, Stress oder Krankheit (ausgenommen vermehrt Flügelschlag und Atmung bei Hitze, Zusammendrängen bei Kälte)
- keine Irritationen von Auge/Atmung bei  $\text{NH}_3$ -Gehalten über 20ppm und anderen stallklimabedingten Mängeln

Quelle: Layer Hens - Code of Welfare (2018)

# Layer Hens - Code of Welfare (2018)

National Animal Welfare Advisory Committee

*“Stock persons have to be competent at reading bird behaviours and acting accordingly”*

*e.g. increasing ventilation rate if birds are panting due to heat stress and review nutrition and feeding times to reduce heat stress*

# Kältestress

- unzureichende Temperaturverhältnisse
  - vermehrt Federverlust bei Zugluft und feucht-kalten Wetterbedingungen
  - Kältestress vermehrt gegen Ende der Legeperiode
  - anhaltendes Zusammendrängen der Hennen in den wärmsten Stallregionen
- Erhöhung der Mortalität

# Kaltluftabfälle vermeiden!!



Ing. Irene Mösenbacher-Molterer  
Abteilung für Tierhaltungssysteme, Technik & Emissionen



Ing. Irene Mösenbacher-Molterer  
Abteilung für Tierhaltungssysteme, Technik & Emissionen

Messpunkt 1 15.8 °C

23.5

Auto

Camera



Level/Span

Max./Min.  
Automatisch...

Fusion

Zoom/Schw...

Palette

Temperatur...

-40 bis 120 °C

N 48°17.280'  
O 15°11.105'



**FLIR**

Abst = 1.0 Trefl = 20.0 ε = 0.98 11/01/2019 12:01

6.5

12:01



# Grenzbereiche der Klimatisierung

- Schwierigkeiten im Winterbetrieb aufgrund **mangelhafter Abdichtung der Auslauftüren**

schädliche  
Kaltlufteinträge:



Messpunkt 127.7 °C

27.6

 FLIR

Abst = 1.0 Trefl = 20.0  $\epsilon = 0.98$  10/04/2015 09:34

9.1

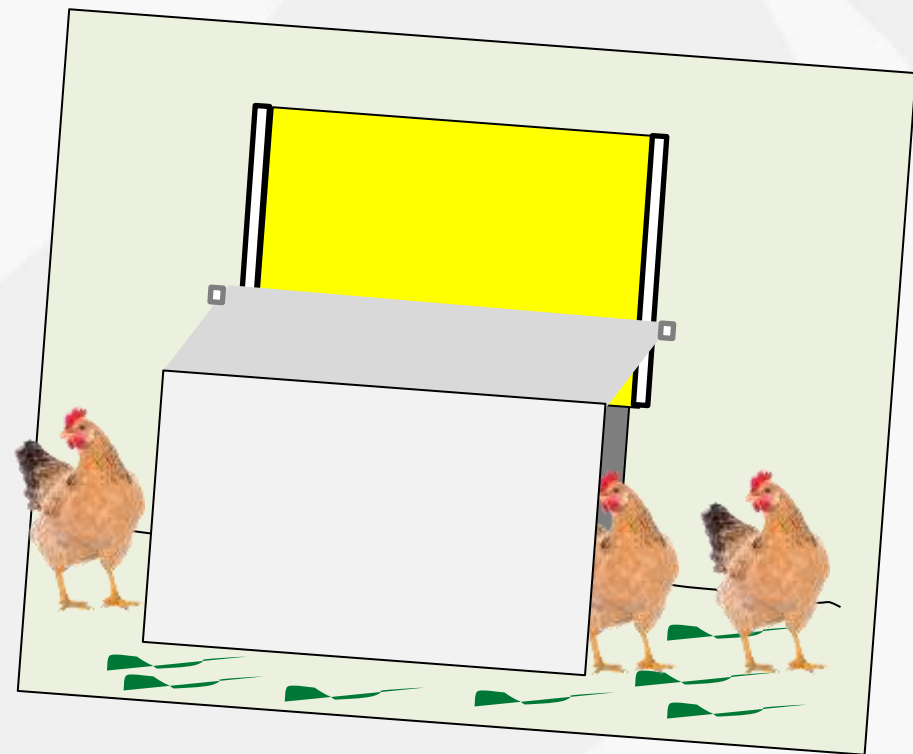
# Einfache Abhilfe durch:



Quelle: [www.heunert.de](http://www.heunert.de)

# Innovative Idee?

Für windexponierte  
Lagen...



# Grenzbereiche der Klimatisierung

Fehlendes Zusammenspiel zwischen Belüftung und Heizung (Bodenhaltung – Wärmebilanz?):

- hohe Luftfeuchtigkeit, ausbleibende Kottrocknung, Plattenbildung der Einstreu und Schwächung des Immunsystems



# Grenzbereiche der Klimatisierung

## Ressourcenschonende Heizmöglichkeit

- während der Winter- und Übergangsjahreszeit, um gleichzeitig eine ausreichende Durchlüftung gewährleisten zu können

## Abzulehnen sind impulsstarke Heizsysteme

- fördern Staub- und Keimeinträge in und aus dem Tierbereich
- keine Produkte ohne Rauchgasabfuhr (CO)

# Heizrohre

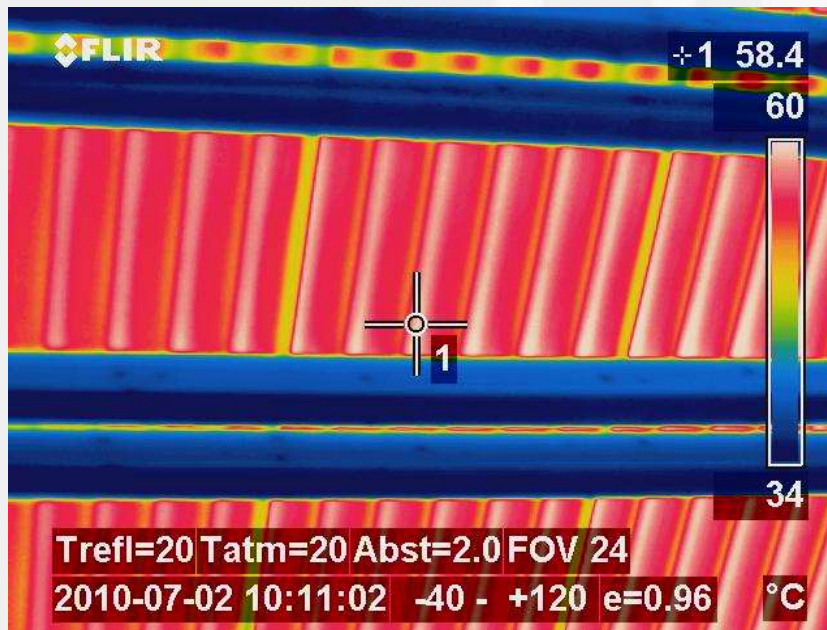
- direkt im Anschluss an den Lufteinlass montieren
- gewährleisten, dass sich Wärme und Frischluft mischen, bevor sie den Aufenthaltsbereich der Tiere erreichen



Quelle: [www.reventa.de](http://www.reventa.de)

# Grenzbereiche der Klimatisierung

- Dämmwert der Bauteile
- bei älteren Stallanlagen Zustand der Deckendämmung?
- bis zu 40 Prozent Wärmeverluste



Quelle: Verband der Landwirtschaftskammern, 2009



# Hitzestress

- verminderte Aktivität
- Rückgang der Futteraufnahme
- Atmungsrate erhöht
- Vermeidung von dauernder, direkter Sonneneinstrahlung während der Sommermonate
- zu hohe Luftfeuchtigkeiten vermeiden

# Grenzbereiche der Klimatisierung

- geöffnete Auslaufftüre setzt bei Druckunterschieden geringer 10 Pascal **Prinzip einer Unterdrucklüftung außer Kraft**
- dauernder und ausreichender Luftwechsel nicht mehr sichergestellt
- Anstieg der Oberflächentemperatur (Kopf und Schaft) einhergehend mit Anstieg der Stalltemperatur - Hitzestress und Leistungsminderung sind die Folgen

Quelle: ANDRADE et.al, 2017

# Grenzbereiche der Klimatisierung

- **Gleichdrucklüftung** favorisieren  
(kontrollierte Zu- und Abluftströme)
- zusätzliche Ventilatoren in der Giebelseite zur Abfederung von Temperaturspitzen im Sommer
- Abkühleffekt bei gut befiederten Legehennen mit **Luftgeschwindigkeiten von bis zu 2m/s** im Tierbereich Quelle: RICHTER, Th., 2017

# Kühlmöglichkeiten

- Hochdruckvernebelung bis zu einer relativen Luftfeuchte von 80% mit Zusatznutzen Staubbindung
- Konditionierung der Zuluft (Coolpads)
- Berieselung der Dachfläche
- nachträgliche Beschattung des Stallgebäudes durch Bepflanzung

**TEMPERATURE AND HUMIDITY STRESS INDEX FOR COMMERCIAL LAYING HENS**  
 (HEAT STRESS INDEX = 0.6 X DRY BULB TEMPERATURE + 0.4 X WET BULB TEMPERATURE)

		Relative Humidity (%)																				
Temperature	°F	°C	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
	68	20	63	63	63	64	64	64	64	65	65	65	66	66	66	66	67	67	67	67	68	68
	72	22	64	65	65	66	66	66	67	67	67	68	68	69	69	69	70	70	70	71	71	72
	75	24	66	67	67	68	68	69	69	70	70	70	71	71	72	72	73	73	74	74	75	75
	79	26	68	69	69	70	70	71	71	72	73	73	74	74	75	75	76	77	77	78	78	79
	82	28	70	70	71	72	72	73	74	74	75	76	76	77	78	78	79	80	80	81	82	82
	86	30	71	72	73	74	74	75	76	77	78	78	79	80	81	81	82	83	84	84	85	86
	90	32	73	74	75	76	77	77	78	79	80	81	82	83	84	84	85	86	87	88	89	90
	93	34	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93
	97	36	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	93	94	95	96	97
	100	38	78	79	81	82	83	84	85	86	88	89	90	91	92	93	95	96	97	98	99	100





-  **Bird Comfort Zone (heat index < 70):** No action needed; a good time to prepare for future hot weather.
-  **Alert (heat index 70–75):** Begin taking heat stress reduction measures in the flock; increase ventilation rate; increase fan speed and use foggers (run foggers based on relative humidity). Monitor bird behavior for signs of heat stress; ensure drinker and ventilation systems are functioning properly.
-  **Danger (heat index 76–81):** Heat stress conditions exist; take immediate measures to reduce heat stress in the flock. Increase ventilation rate in closed houses and use evaporative cooling based on relative humidity; in open houses run stir fans and misters. Adjust nutrient density of bird's diet to match any reduction in feed consumption. Move air over the birds at a minimum velocity of 1.8–2.0 meters/second. Periodically flush water lines with cooler water. Closely monitor flock behavior. Maximize nighttime cooling.
-  **Emergency (heat index > 81):** Extreme heat stress conditions exist; avoid handling birds for transfer or vaccination. Do not feed during the hottest part of the day. Decrease light intensity to reduce bird activity and body heat production.

Figure 2. Adapted from *Temperature and Humidity Stress Index for Laying Hens*. Xin, Hongwei and Harmon, Jay D., "Livestock Industry Facilities and Environment: Heat Stress Indices for Livestock" (1998) Agriculture and Environment Extension Publications. Book 163, Iowa State University.

THI

# Grenzbereiche der Klimatisierung

## Abluft über First in bodenferne Luftschichten

- Verbringung von Luft, Stäuben und Keimen direkt in umliegende Nahbereiche des Stallgebäudes **vermeiden**
- Verdünnung mit Frischluft – Emissionsreduktion
- Auslasshöhe mindestens 10m über Grund und 3m über Firstniveau

Lüftungsvariation <i>Ventilation variation</i>		Stallinterne Emissionsflächen <i>Stable internal emission areas</i>	
Fall Case		a	b
1			
2			
3			
4			

Fall 1a: Giebelseitige Luftabfuhr und -zufuhr

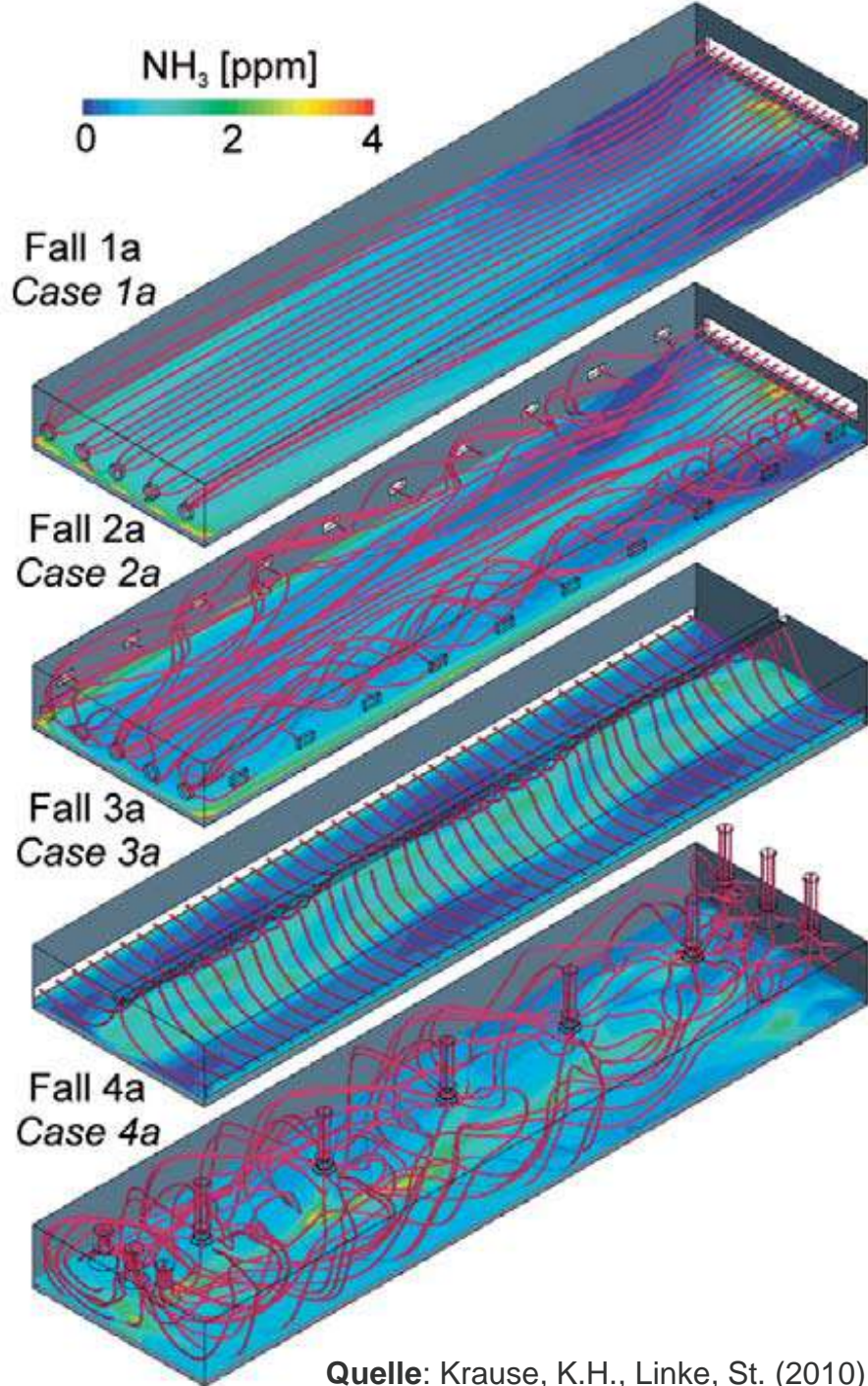
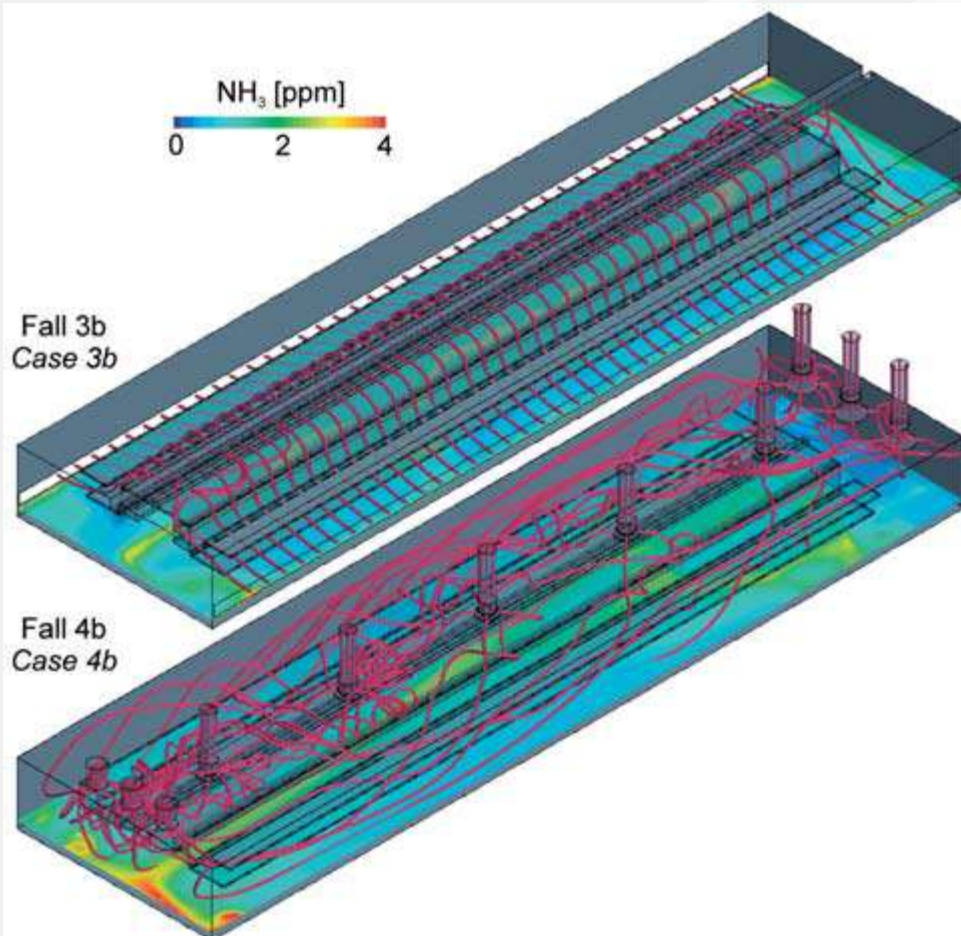
Fall 2a: wie 1a mit zusätzlicher Ansaugung von Frischluft über die Zuluftöffnungen in den Seitenwänden (Punktquellen)

Fall 3a: Absaugen der Stallluft über Liniensenken über First und Ansaugen von Frischluft über Linienquellen in den Seitenwänden

Fall 4a: Absaugen von Stallluft über Punktsenken über First und Ansaugen von Frischluft über Punktquellen in der Decke

Bei Volierenställen „Fall 3b“ realisieren:

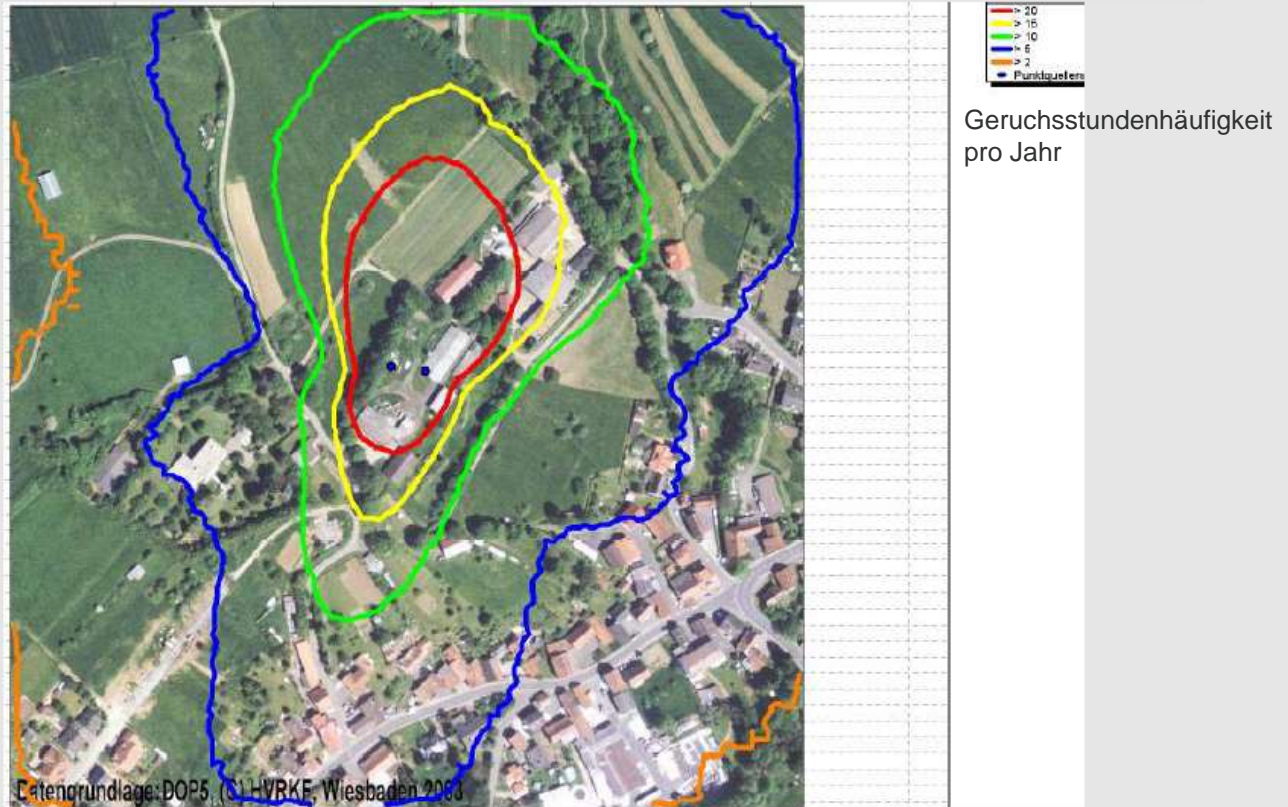
- geringste Emissionen (Linienquellen)
- Kotbandtrocknung führt zu Minderung von  $\text{NH}_3$  trotz vergrößerter Emissionsfläche



he  
e,



# 12.000 Hennen Seitenwandlüftung



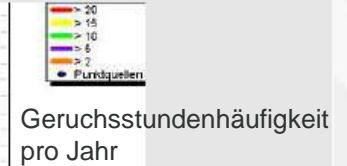
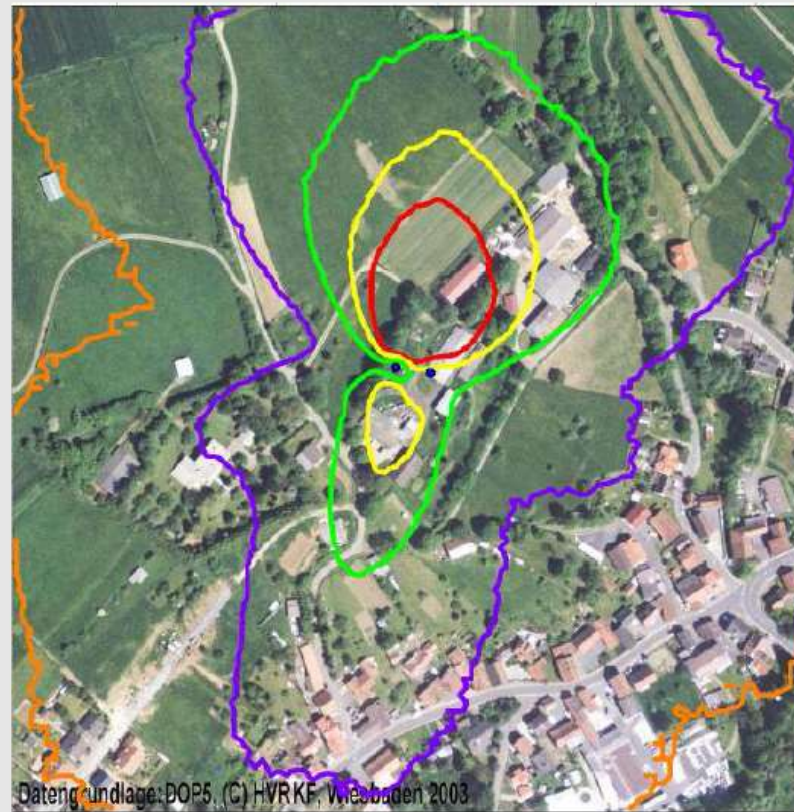
18/05/2007

Michael Herdt / Ingenieure

20

Quelle: Lachmann, I., Herdt, M., 2007

# 12.000 Hennen Abluft 1,5 m über First



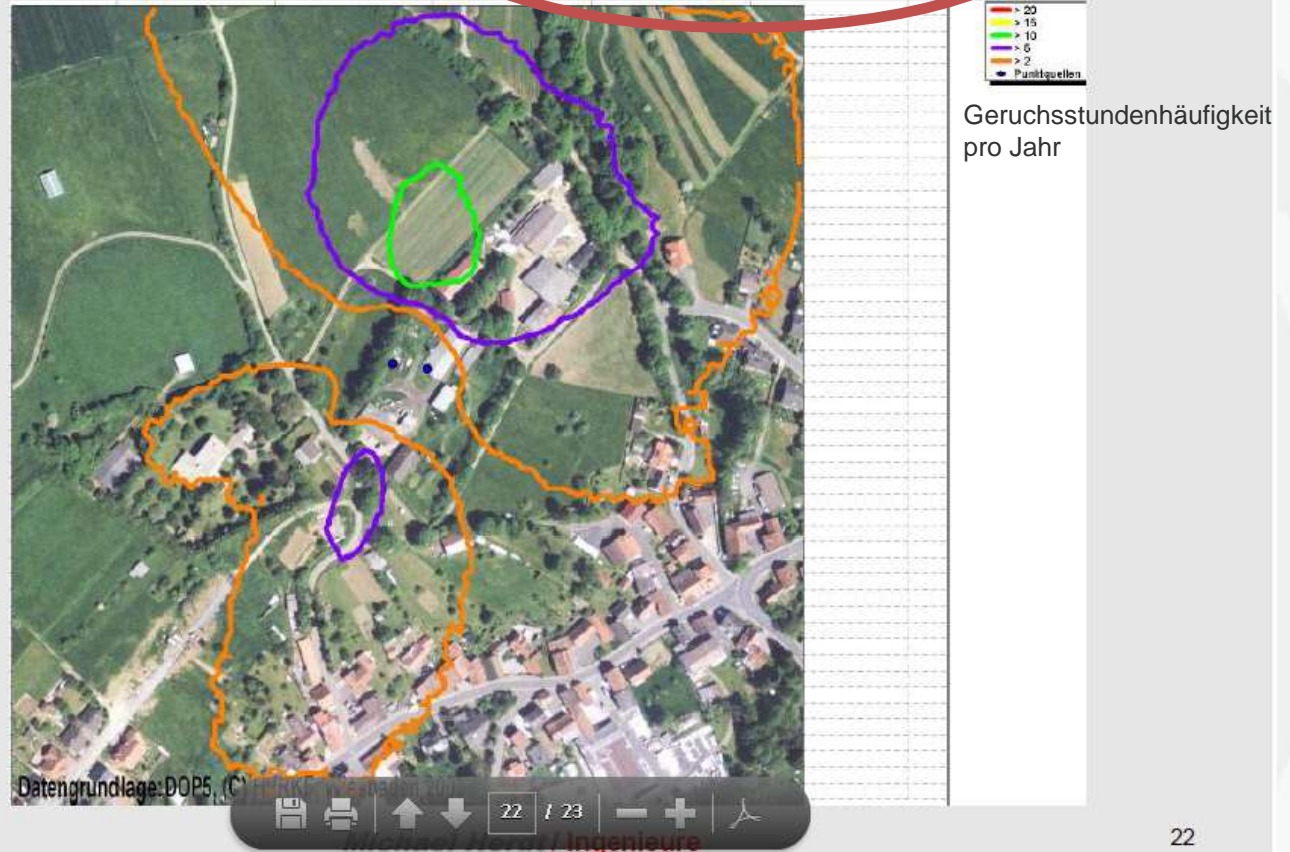
18/05/2007

Michael Herdt / Ingenieure

21

Quelle: Lachmann, I., Herdt, M., 2007

# 12.000 Hennen Abluft 3 m über First



**Quelle:** Lachmann, I., Herdt, M., 2007

# Kohlendioxid

Verlässlichkeit?

- CO<sub>2</sub>-kontrollierte Lüftung
- Lüftrate passt sich kontinuierlich und automatisch den Bedürfnissen von Tierbestand und Tieraktivität an
- Lüftungsregelung spart während der Nachtstunden Energie
- Bedarf an Frischluft während der Ruhephase im Vergleich zur Aktivitätsphase bis zu 50% geringer

# Steuerung - Klimacomputer



Quelle: [www.draeger.com](http://www.draeger.com)

- $\text{NH}_3$ -Gehalt in der Stallluft in die Steuerung einzubeziehen
- stabiler **Ammoniaksensor** erforderlich
- Ammoniakkonzentrationen über 20ppm führen zu Schleimhautreizungen, Schädigungen des Lungenepithels und Schwächung der Immunabwehr (RICHTER, 2006)

# Ammoniak

## Wahrnehmung von Ammoniakgeruch durch den Mensch:

- Konzentration bereits zu hoch, Maßnahmen nötig
  - Gefahr einer Erhöhung der Staubfracht und der pathogenen Konzentrationen
  - Luftrate anpassen
  - Einstreu erneuern
  - Entmistungsintervall erhöhen

# Ammoniakmessungen mit dem „DOL-53“

## 2 Betriebe:

- 1 x pro Woche entmisten
- 3 x pro Woche entmisten
- 6 x pro Woche entmisten
- Bis zu 40% weniger Ammoniakemissionen bei **täglicher Verbringung des Kotes** in den Kotlagerplatz (7.94ppm NH<sub>3</sub> zu 4.94ppm NH<sub>3</sub>)



# Einfluss der Abluftführung auf das Stallklima und die Emissionen bei Legehennen

Staubkonzentration unterliegt deutlichem Tagesgang, Anstieg mit Aktivität in der Herde, Abfall während Ruhephasen:

- **Tunnellüftung** mittl. jährlicher Massenstrom von 377g/h (Emissionsfaktor von **165 g/TP/a**)
- **Firstlüftung** mittl. jährlicher Massenstrom 168 g je Stunde (Emissionsfaktor **74g/TP/a**)





# Planungsdaten

- Auslegung der Ventilatoren
- Erhobene Druckdifferenzen bis zu 36,5 und 48,9 Pa (2-jährige Studie China/USA, L. CHAI et.al., 2012)
- Kennlinie Ventilator?



„...ventilation rates are lower than the minimum ventilation suggested in the literature...”

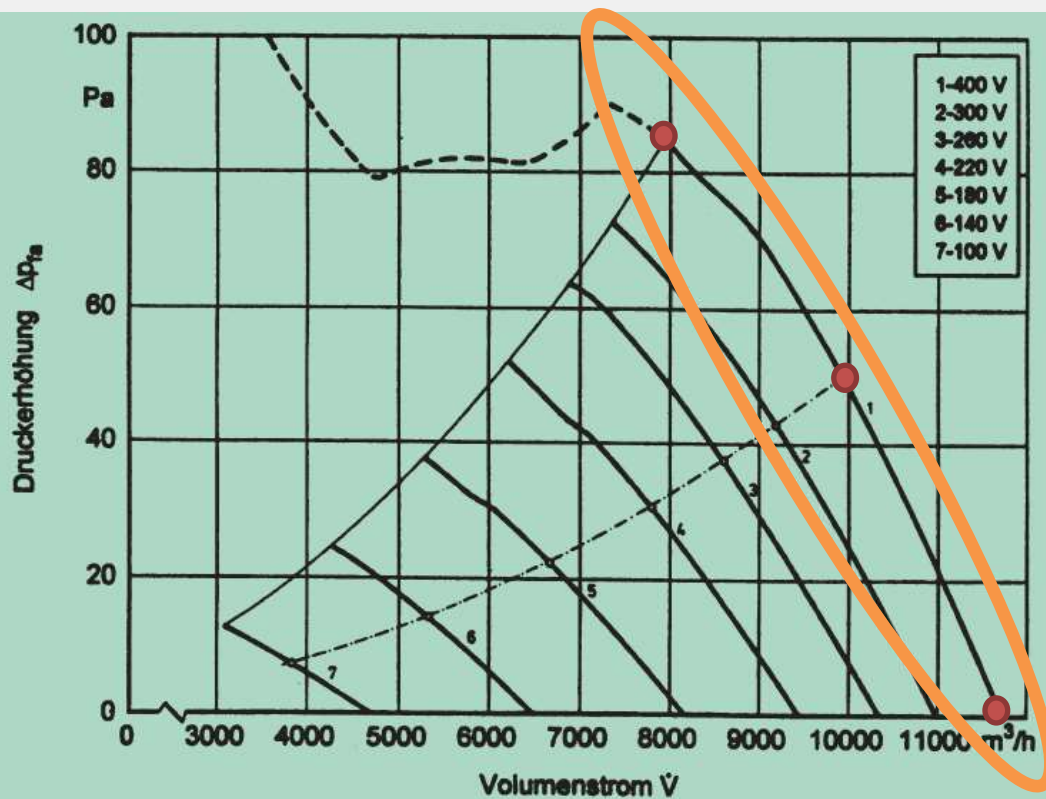


Bild 1:  
 Betriebskennlinien bei Nennspannung (Stufe 1 = 400 V) und bei stufenweise um 100 V (Stufe 2 = 300 V) bzw. um jeweils 40 V (Stufe 3 bis 7) verminderten Spannungen mit Widerstandskennlinien von zwei angenommenen Lüftungssystemen, ausgehend von 50 Pa (- · - · -) Widerstand bei Betrieb des Ventilators mit Nennspannung.

**Quelle:** Prüfbericht Nr. 5025, DLG, Modell Ziehl Abegg FC063

# Planungsdaten

- Systemhöhe beachten
- Luftkurzschlüsse vermeiden
- Wirksame Kaminhöhe  $>2\text{m}$

Zuluftführung in das Stallgebäude:

- Sommer nord/westseitig
- Winter südseitig)



# Planungsdaten

DIN 18910

- Winterluftrate 0,9m<sup>3</sup>/h/Tier
- Sommerluftrate 4,5m<sup>3</sup>/h/Tier  
(Lebendmasse von 1,75kg)

**Sommerluftrate: Faustzahl 10 m<sup>3</sup>/h/Tier**

**Quelle:** Merkblatt zur Vermeidung von Hitzestress bei Lege- und Junghennen, Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (2016)

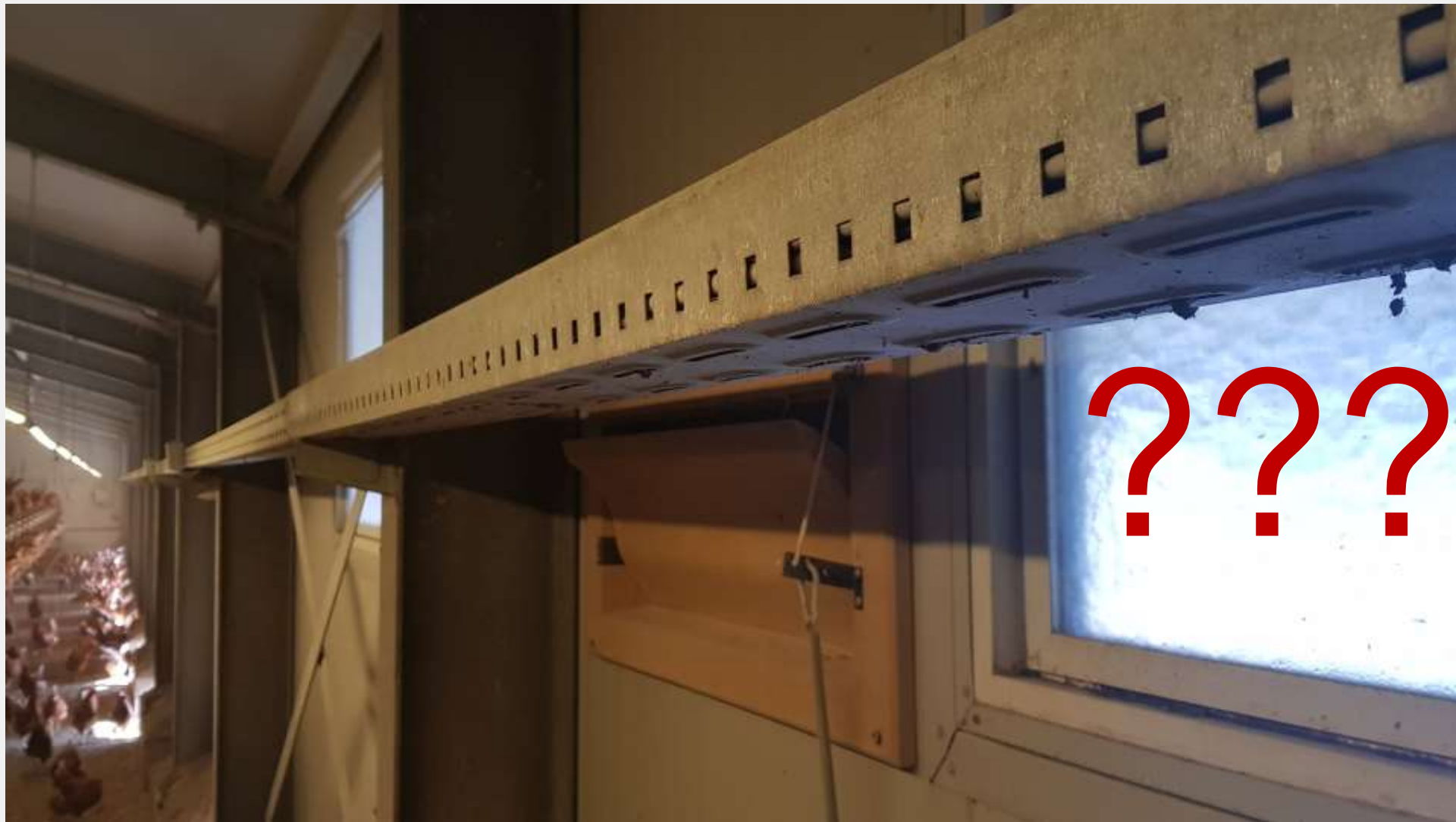
**Tabelle A.6 — Beispielhafte Planungswerte für Luftvolumenströme in Geflügelställen**

Spalte	1	2	3	4	5
		Im Winter Wintertemperaturzone -12 °C und $\varphi_a = 100\%$			Im Sommer bei $\theta_i = 30\text{ °C}$
	Masse des Einzeltieres  m kg	Raumtemperatur (Rechenwert)  $\theta_i$ °C	relative Luftfeuchte (Rechenwert)  $\varphi_i$ %	beispielhafter Luftvolumenstrom je Tier  $\dot{V}_L$ m <sup>3</sup> h <sup>-1</sup>	Mindestlufrate je Tier  $\dot{V}_L$ m <sup>3</sup> h <sup>-1</sup>
Zeile					
	<b>Broiler</b>				
1	0,05	34	50	0,05	0,29
2	0,10	34	50	0,09	0,49
3	0,25	30	60	0,20	0,98
4	0,50	27	60	0,38	1,85
5	0,75	24	70	0,6	2,5
6	1,00	24	70	0,7	3,1
7	1,25	21	70	0,9	3,7
8	1,50	21	70	1,0	4,2
9	1,75	18	70	1,2	4,7
10	2,00	18	70	1,4	5,2
11	2,25	18	70	1,5	5,7
12	2,50	18	70	1,6	6,2
	<b>Legehennenküken und Junghennen (ohne Legeleistung)</b>				
13	0,05	34	50	0,03	0,15
14	0,50	27	60	0,24	1,41
15	1,00	24	70	0,4	2,6
16	1,25	21	70	0,5	3,4
	<b>Legehennen und Elterntiere (in Bodenhaltung)</b>				
17	1,50	21	70	0,7	4,1
18	1,75	18	70	0,9	4,5
19	2,00	18	70	1,0	4,9
20	2,25	15	80	1,2	5,3
21	2,50	14	80	1,4	5,7
22	2,75	14	80	1,5	6,1

# Auf der Suche nach Baumängeln...



Ing. Irene Mösenbacher-Molterer  
Abteilung für Tierhaltungssysteme, Technik & Emissionen



Ing. Irene Mösenbacher-Molterer  
Abteilung für Tierhaltungssysteme, Technik & Emissionen

17. Internationale Fachmesse für Nutztierhaltung,  
landwirtschaftliche Produktion, Spezialkulturen und Landtechnik  
St.Gallen, 23. – 26. Februar 2017

Fachtext, Autor: Michael Götz, M. Götz Agrarjournalist GmbH, Eggersriet SG

## Stromausfall - soll man sich dagegen wappnen? – Handlungsbedarf in der Landwirtschaft

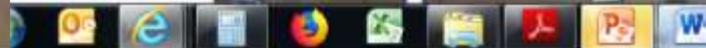
**Stromausfälle kommen vor. Je mehr man von Technik und Elektronik abhängig ist, desto stärker wirken sie sich aus. Es gilt auch hier: Vorbeugen ist besser als heilen.**

Ein Stromausfall ist in den meisten Fällen unangenehm. Da elektrischer Strom in der Schweiz normalerweise immer verfügbar ist, sind sich viele Menschen der Auswirkungen eines Stromausfalles nicht bewusst. Die Folgen werden umso schlimmer, je länger der Strom ausfällt.

...ungssystem gewesen, sagte der Besitzer dem ORF-Korrespondenten, der nicht namentlich genannt werden wollte.

Landesstudio  
Kontakt, Presse,  
Aufgezeigt

ORF





# Tägliche Kontrolle

- Alarmanlage und Alarmweitzerschaltung (Notstromaggregat, Notöffnung)
- Lufteinlassöffnungen (Verschmutzung)
- Luftleiteinrichtungen
- Ventilatoren
- Tränkeeinrichtungen (Durchflussmenge, Verschmutzung)

# Alarmeinrichtung

- Schutz bei Stromausfall oder Störungen
- Spannung der Stromkreise, Stalltemperatur, Wärmeinhalt der Stallluft, Funktion der Ventilatoren, Gasgehalte werden überwacht und leiten Störungen an akustische und/oder optische Alarmgeber weiter
- Störungsmeldungen an den Betriebsinhabers oder zentralen Überwachungsdienst
- elektronische Überwachungseinrichtungen (z.B. Kameras) → Tierwohl und Gebäudeschutz

# Betrieb Schreiner, Kremsmünster (OÖ)

- Biobetrieb
- Bestandeserweiterung/Stallneubau 2016 für 2 x 3.000 Legehennen







# Einbau einer Gleichdrucküftung



Ing. Irene Mösenbacher-Molterer  
Abteilung für Tierhaltungssysteme, Technik & Emissionen

Zwischendecke als Dämmschicht

Frischluftzufuhr





Quitterung



## LÜFTUNG - Stall1

STONCHIM  
Nr. 23.10.2019  
10:32:27

Solltemperatur für Stall: 18.0°C | Errechnete: 17.1°C

STOSSLÜFTUNG | VENTILATOR / ZULUFT POSITIONEN | WEITERE EINSTELLUNGEN

**WICHTIG: VENTILATOR IN POSITION KLAPPEN WENN STOSSLÜFTUNG EIN!**

Geregelt Lüfter	FU1	55%
EIN/AUS Lüfter		
Drosselklappen:	Ausd.	80%
Zuluftverteiler:	front	50%
	hinten	50%
	unten	0%

**ALARME**  
V1 23.10.2019

Alarm Allgemein



Alarm Lüftung



Stiller Alarm



# Lüftung



# Philosophie des Betriebes

- Solltemperatur 17°C
- Lüftungseinstellung Zuluft < Abluft, um der einströmenden Zuluft genügend Zeit für eine zugfreie Verteilung zu geben
- Erhöhung der Stalltemperatur in den Nachtstunden (+2K), um Kottrocknung zu fördern
- Augenmerk auf richtige Erst-Einstreu („GalloSan“ Granulat aus Lignocellulose, Ammoniakbindern und Aktivkohle), anschließend Häckselstroh



Ing. Irene Mösenbacher-Molterer  
Abteilung für Tierhaltungssysteme, Technik & Emissionen



Ing. Irene Mösenbacher-Molterer  
Abteilung für Tierhaltungssysteme, Technik & Emissionen

# Fazit

- Wunsch nach gleichmäßiger und kontrollierter Durchströmung der Funktionsbereiche mit Frischluft
- verlässliche Verbringung der Abluftströme während des Jahresverlaufs
- Gesunderhaltung der Tiere

Thematiken „ungekürzte Schnäbel“ und „Reduzierung des Antibiotikaeinsatzes“ erfordern

**→ Optimierung aller Einflussfaktoren**

# Kritisch angemerkt...

- Keine Firma ist auf allen Gebieten Spezialist!
- Gute Technikeinschulung nötig
- Nachbetreuung einfordern
- **Entscheidung für Regionalität vor Preis!**

*Geprüfte Produkte sollten unliebsamen Überraschungen vorbeugen...*



*Herzlichen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!*



HBLFA

Raumberg-Gumpenstein

Landwirtschaft