

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

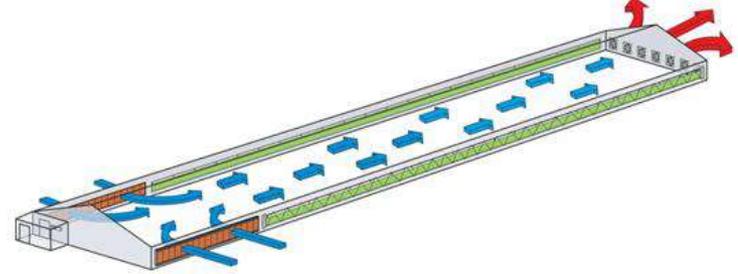
Lüftungssysteme



- **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)

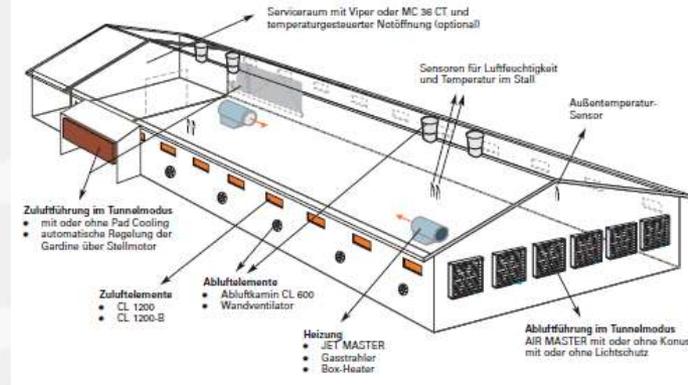
- **Tunnellüftung**

- 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

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 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



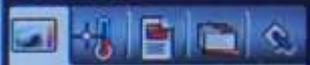
Ing. Irene Mösenbacher-Molterer
Abteilung für Tierhaltungssysteme, Technik & Emissionen

Messpunkt 1 15.8 °C

23.5

Auto

Camera



Level/Span

Max./Min.
Automatisch...

Fusion

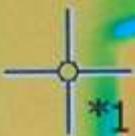
Zoom/Schw...

Palette

Temperatur...

-40 bis 120 °C

N 48°17.280'
O 15°11.105'



FLIR

Abst = 1.0 Trefl = 20.0 $\epsilon = 0.98$ 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

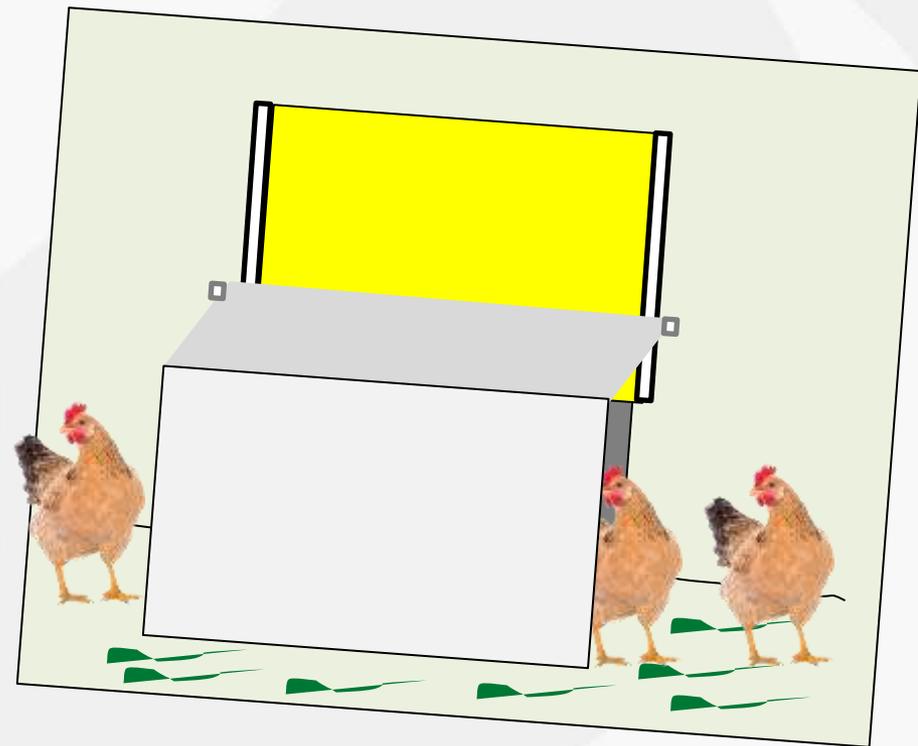
Einfache Abhilfe durch:



Quelle: www.heunert.de

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

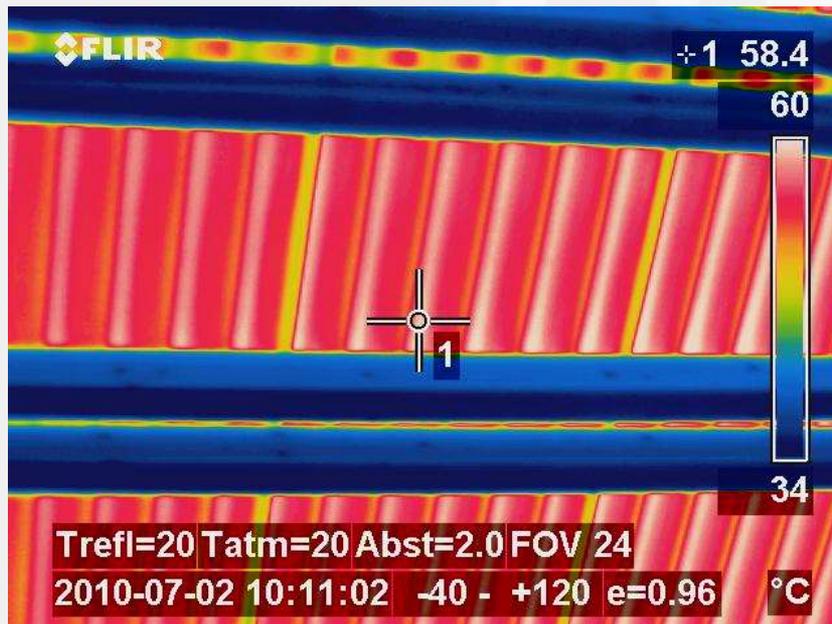
- direkt im Anschluss an den Lufteinlass montieren
- gewährleisten, dass sich Wärme und Frischluft mischen, bevor sie den Aufenthaltsbereich der Tiere erreichen



Quelle: www.reventa.de

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			Relative Humidity (%)																		
	°F	°C	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95
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

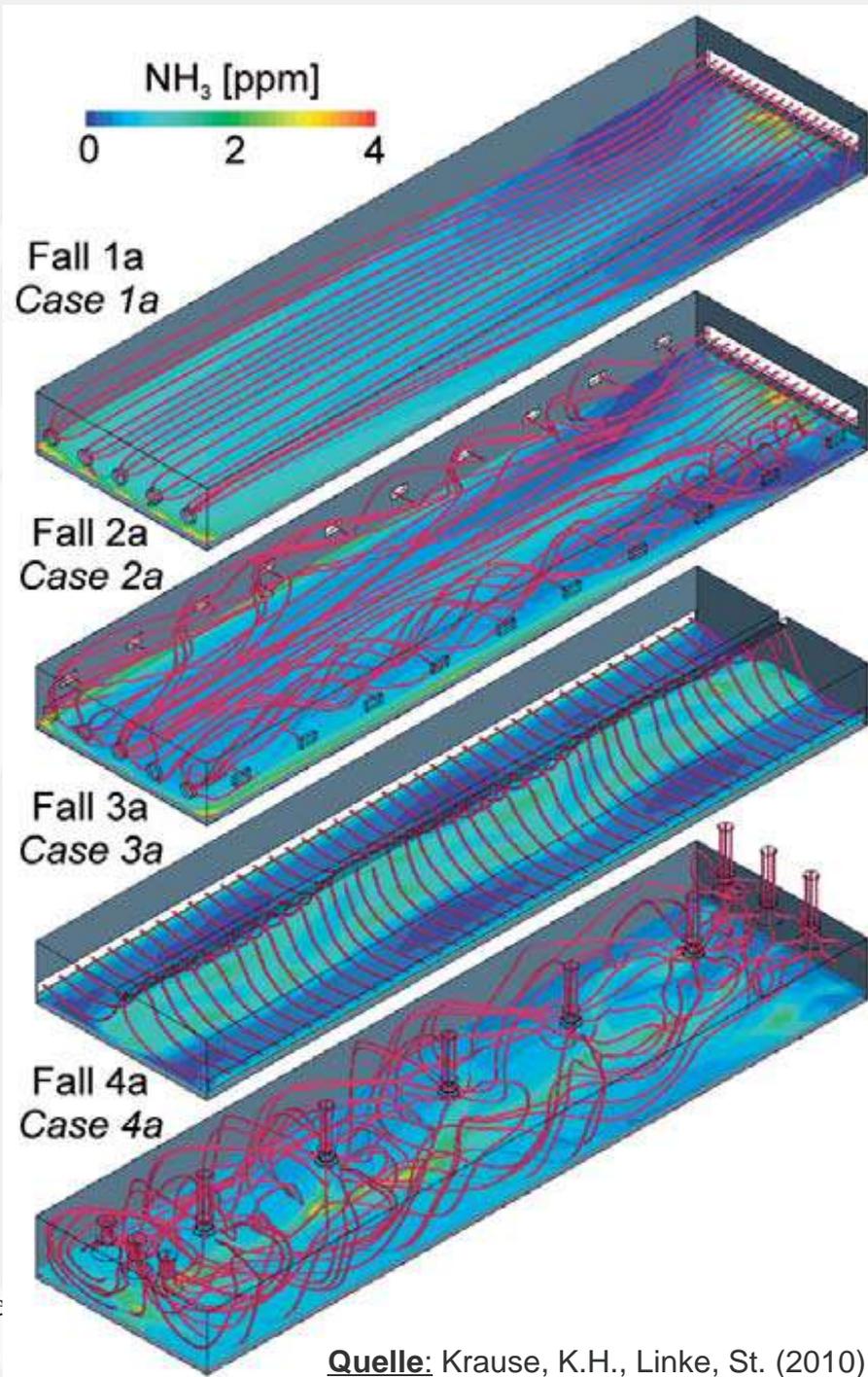
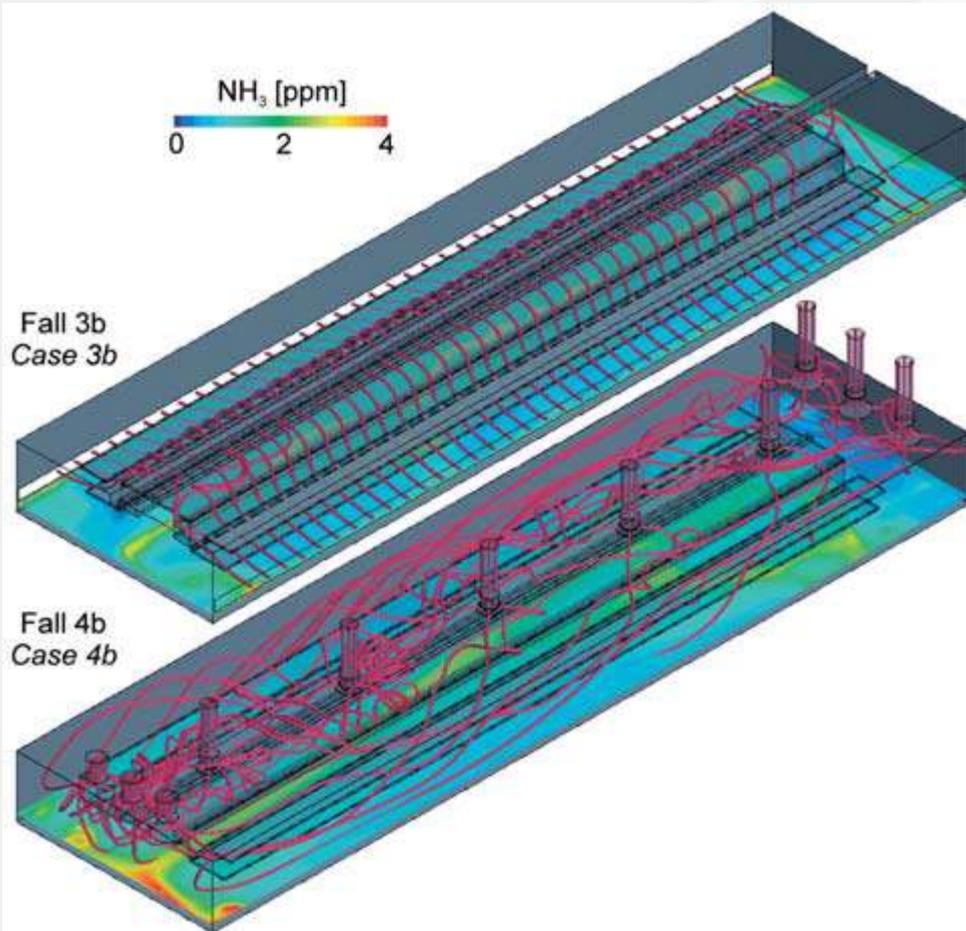
Fall 2a: wie 1a mit zusätzlicher Ansaugung von Frischluft über die Zuluftöffnungen in den Seitenwänden (Punktquellen)

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:

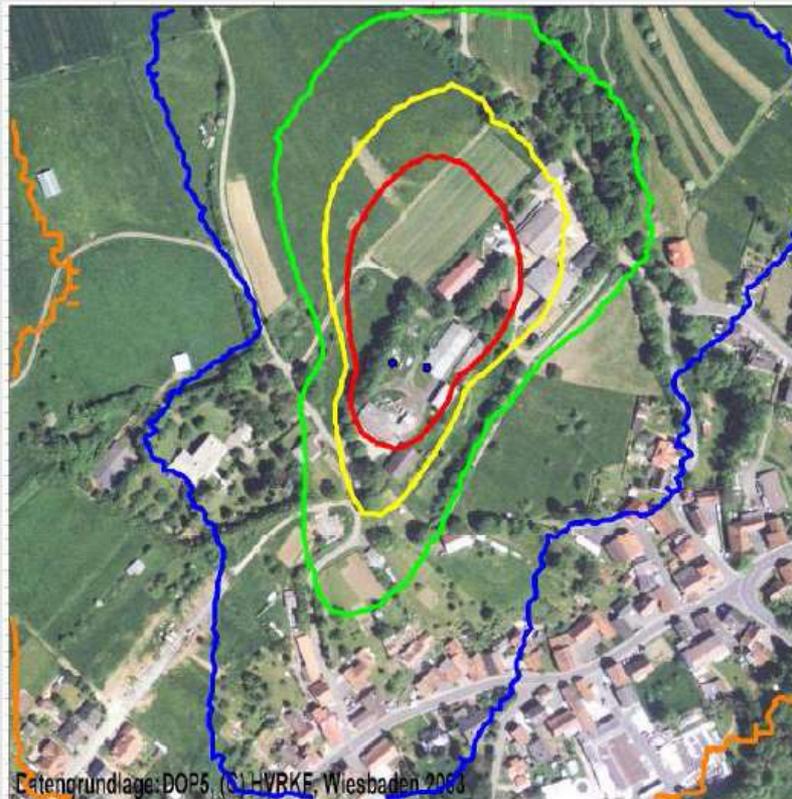
- geringste Emissionen (Linienquellen)
- Kotbandtrocknung führt zu Minderung von NH_3 trotz vergrößerter Emissionsfläche



he
e,

Quelle: Krause, K.H., Linke, St. (2010)

12.000 Hennen Seitenwandlüftung



Geruchsstundenhäufigkeit
pro Jahr

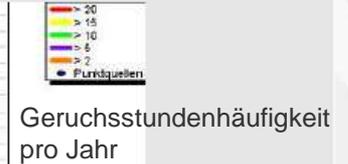
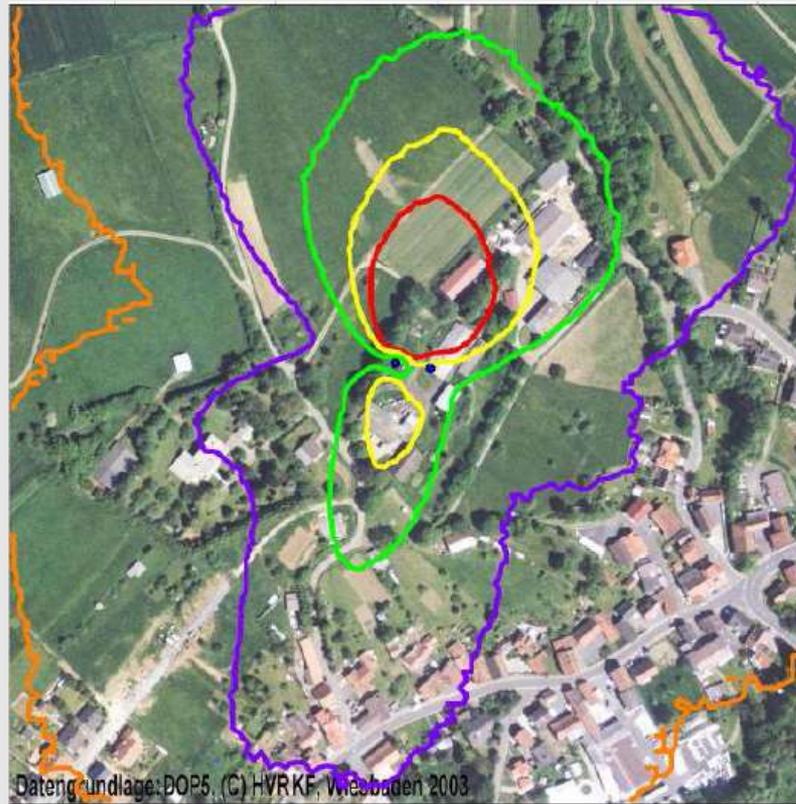
18/05/2007

Michael Herdt / Ingenieure

20

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

12.000 Hennen Abluft 1,5 m über First



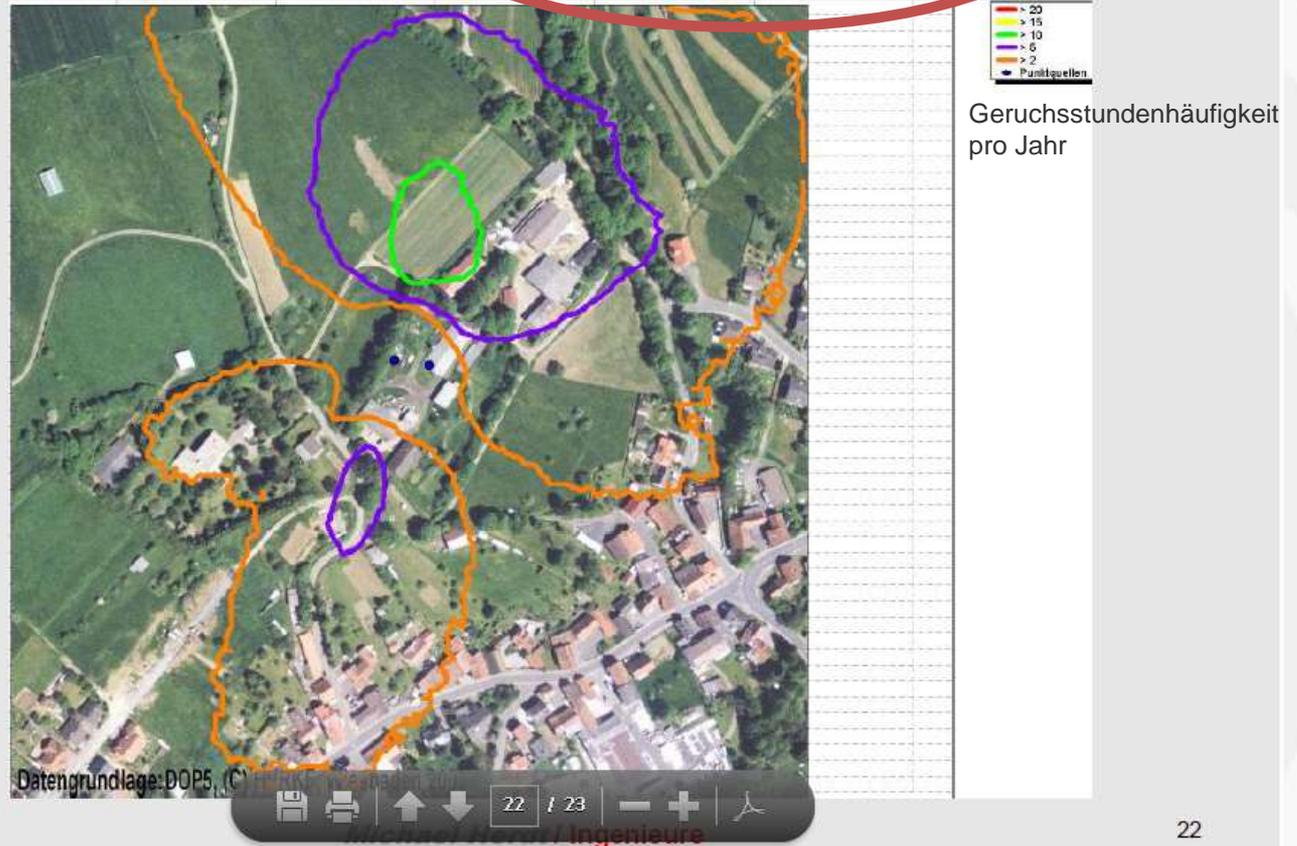
18/05/2007

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?

- CO₂-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

- 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 NH₃ zu 4.94ppm NH₃)



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...”

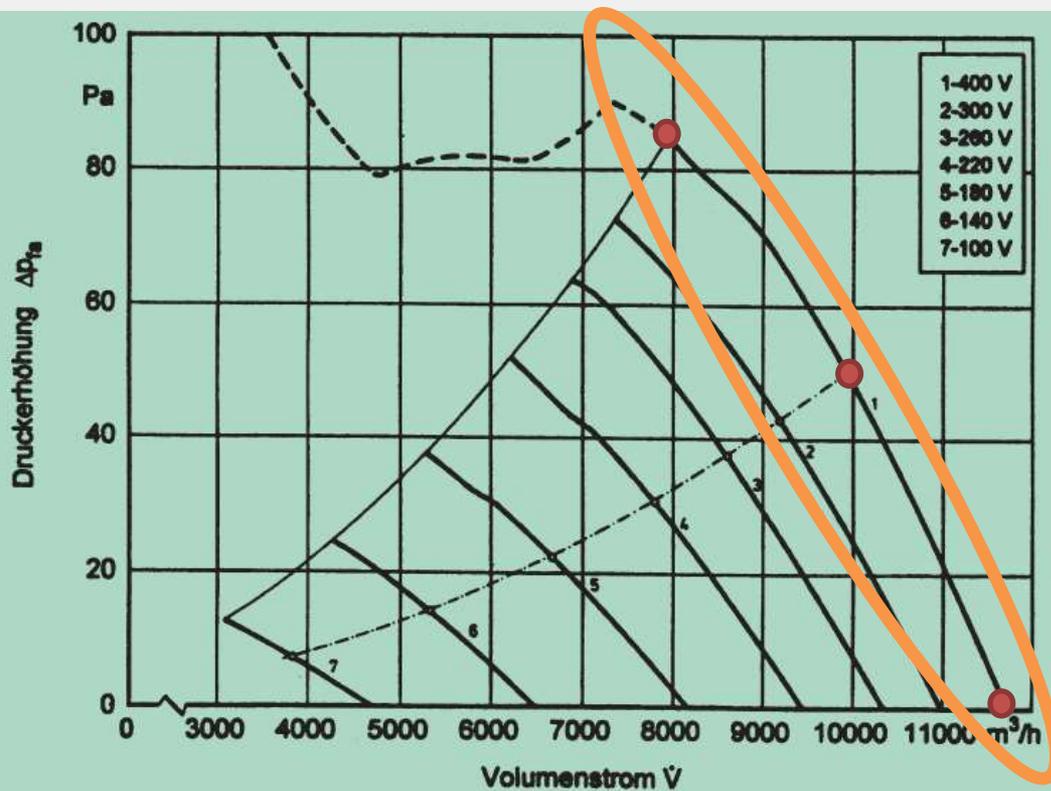


Bild 1:
 Betriebskennlinien bei Nennspannung (Stufe 1 = 400 V) und bei stufenweise um 100 V (Stufe 2 = 300 V) bzw. um jeweils 40 V (Stufe 3 bis 7) verminderten Spannungen mit Widerstandskennlinien von zwei angenommenen Lüftungssystemen, ausgehend von 50 Pa (- · - · -) Widerstand bei Betrieb des Ventilators 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 0,9m³/h/Tier
 - Sommerluftrate 4,5m³/h/Tier
- (Lebendmasse von 1,75kg)

Sommerluftrate: Faustzahl 10 m³/h/Tier

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

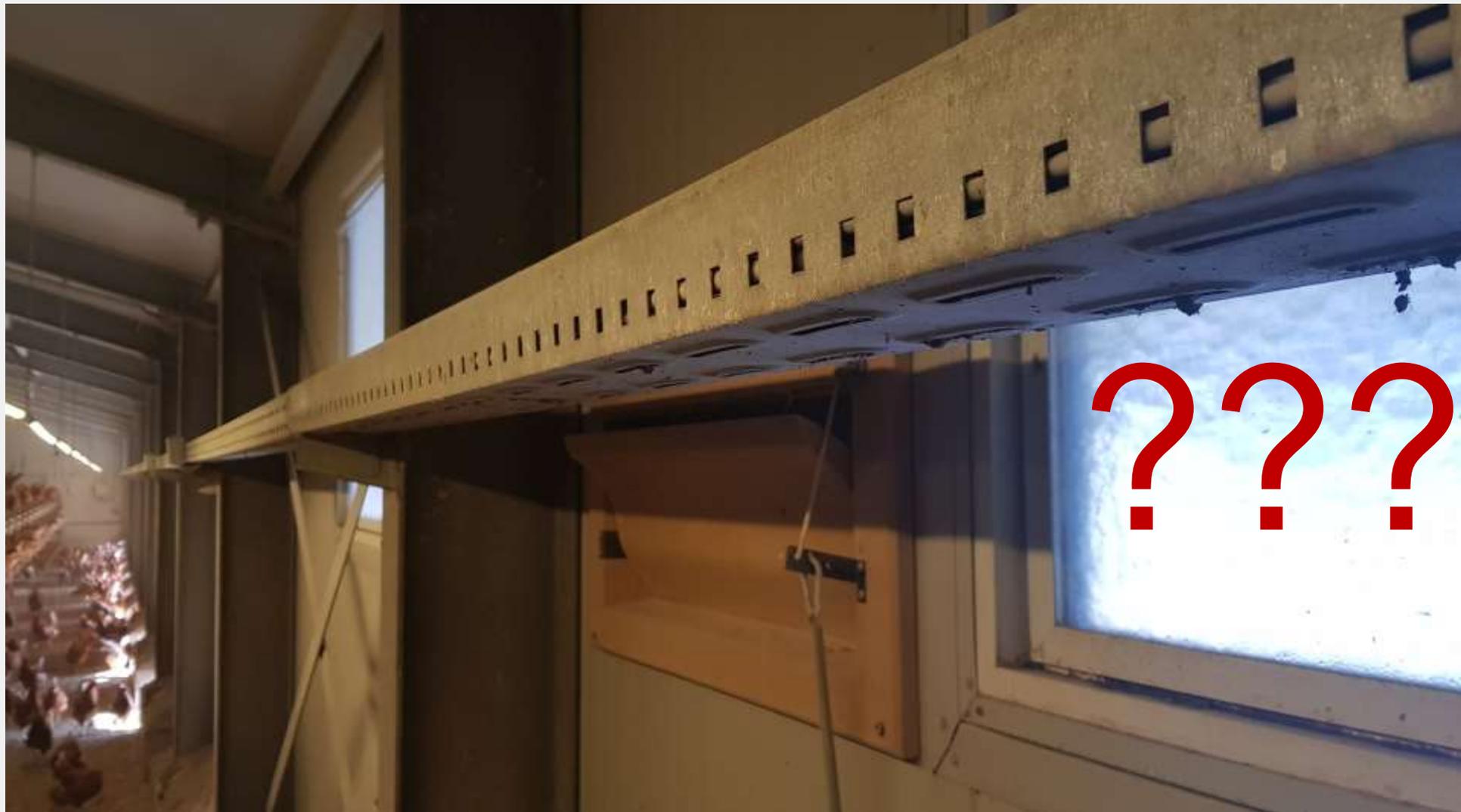
Tabelle A.6 — Beispielhafte Planungswerte für Luftvolumenströme in Geflügelställen

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	Raumtemperatur (Rechenwert)	relative Luftfeuchte (Rechenwert)	beispielhafter Luftvolumenstrom je Tier	Mindestlufrate je Tier
	m	θ_i	φ_i	\dot{V}_L	\dot{V}_L
Zeile	kg	°C	%	$\text{m}^3 \text{h}^{-1}$	$\text{m}^3 \text{h}^{-1}$
	Broiler				
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
	Legehennenküken und Junghennen (ohne Legeleistung)				
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
	Legehennen und Elterntiere (in Bodenhaltung)				
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

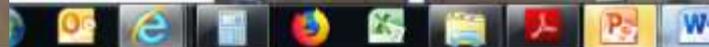
Stromausfälle kommen vor. Je mehr man von Technik und Elektronik abhängig ist, desto stärker wirken sie sich aus. Es gilt auch hier: Vorbeugen ist besser als heilen.

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 GRUNDPOSITION KLAPPEN WENN STOSSLÜFTUNG EIN!

Geregelt Lüfter	FU1	55%
EIN/AUS Lüfter		
Drosselklappen:	Anstell: 80%	Position: X
Zuluftverteiler:	front: 50%	Position: X 50% 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