



© Tiroler Schafzuchtverband

Seminarunterlage

Optimale Beleuchtung und Hygiene im Schafstall

Cafe Zillertal, Strass im Zillertal
25.11.2016, 14:00 Uhr

Unterlage erstellt von:
Alexander Siess, BEd
November 2016

Trainer/in: **DI Daniel Werner**
Franz Wimmer

www.lfi.at

Ihr Wissen wächst 



Optimale Beleuchtung im Schafstall

Daniel Werner, Dipl.-Ing. (FH)

M. Sc. Maïke Müller, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft

Prof. Dr. Eva Schwenzfeier-Hellkamp, Fachhochschule Bielefeld

Prof. Dr. Klaus Reiter, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft

Optimale Beleuchtung und Hygiene im Schafstall

Innsbruck, 25.11.2016



FH Bielefeld
University of
Applied Sciences



Daniel Werner, Dipl.-Ing. (FH)

- Wiss. Mitarbeiter im Labor für Intelligente Licht- und Energiesysteme
- Wiss. Mitarbeiter im Forschungsprojekt I_LED_Milchvieh (Intelligente LED-Leuchte für die Funktionsbereiche „Fressen“, „Liegen“ und „Laufen“ in der Milchviehhaltung)
- Angestrebte Promotion im Bereich „LED-Beleuchtung in der landwirtschaftlichen Milchviehhaltung“



FH Bielefeld
University of
Applied Sciences

Inhalt

- Forschungsprojekt I_LED_Milchvieh
- Effizienz durch gute Beleuchtung
- Sehvermögen Mensch und Tier
- Aufbau und Funktionsweise verschiedener Leuchtmittel
- Gefahrenpotenzial Retrofit
- Praxisbeispiele
 - Unterschiedliche Beleuchtungsintensitäten
 - Unterschiedliche Leuchttypen
 - Unterschiedliche Leuchtoptiken
- Fazit

3

Optimale Beleuchtung im Schafstall - Innsbruck, 25.11.2016 - Daniel Werner, Maika Müller, Eva Schwanzfeier-Hellkamp, Klaus Reiter

Forschungsprojekt I_LED_Milchvieh

- Entwicklung einer Intelligenten LED-Leuchte für die Funktionsbereiche „Fressen“, „Liegen“ und „Laufen“ in der Milchviehhaltung
- Laufzeit 3 Jahre - endet am 31.07.17

FH Bielefeld
University of
Applied Sciences

LFL

[eigene Aufnahme]

Die Förderung erfolgte aus
Mitteln des Zweckvermögens
des Bundes bei der
Landwirtschaftlichen
Rentenbank

FRIEDRICH-ALEXANDER
UNIVERSITÄT
ERLANGEN-NÜRNBERG

4

Optimale Beleuchtung im Schafstall - Innsbruck, 25.11.2016 - Daniel Werner, Maika Müller, Eva Schwanzfeier-Hellkamp, Klaus Reiter

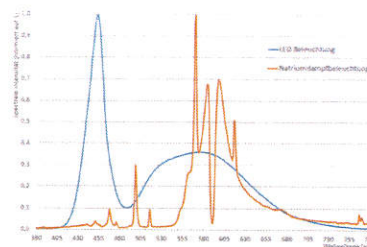
Forschungsprojekt I_LED_Milchvieh

Praxistest

- Untersuchung des Einflusses von Licht unterschiedlichen Spektrums auf das Verhalten der Tiere

Beleuchtungskonzept

1. Phase: Natriumdampfbeleuchtung
 2. Phase: LED-Beleuchtung
 3. Phase: Natriumdampfbeleuchtung
- Jeweils 6 Wochen pro Phase
 - 150 lx mittlere Beleuchtungsstärke mit möglichst hoher Gleichmäßigkeit
 - 16 Std. Beleuchtung (6 - 22 Uhr)



Spektren der Versuchsbeleuchtung



[eigene Aufnahme]

5

Optimale Beleuchtung im Schafstall - Innsbruck, 25.11.2016 - Daniel Werner, Maika Müller, Eva Schwanzfeier-Hellkamp, Klaus Reiter

FH Bielefeld
University of
Applied Sciences

Effizienz durch gute Beleuchtung

- Energiebedarf der Beleuchtung liegt im landwirtschaftlichen Bereich oftmals deutlich unter 10 % des Gesamtenergiebedarfs
 - Lohnt sich dann ausgerechnet hier eine energetische Sanierung?
- Klassische Amortisationsbetrachtungen zeigen aber nur die halbe Wahrheit
 - Betrachtungen zur Lichtwirkung und -wahrnehmung fehlen
- Licht in der richtigen Qualität und Quantität ist unerlässlich für Mensch und Tier
 - Es wird zum Sehen und zur Steuerung des biologischen Rhythmus benötigt
 - Beeinflusst das Verhalten, Wohlbefinden und die Gesundheit

6

Optimale Beleuchtung im Schafstall - Innsbruck, 25.11.2016 - Daniel Werner, Maika Müller, Eva Schwanzfeier-Hellkamp, Klaus Reiter

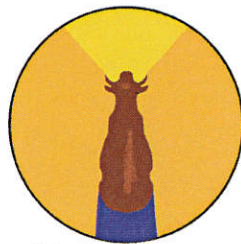
FH Bielefeld
University of
Applied Sciences

Sehvermögen Mensch – Schaf / Ziege

Vergleichsaspekt	Mensch	Schaf / Ziege
Farbsehvermögen	Trichromat	Dichromat
Max. Sensitivitäten der Zapfen	S-Zapfen: 430 nm M-Zapfen: 535 nm L-Zapfen: 565 nm	<u>Schaf:</u> S-Zapfen: 445 nm M/L-Zapfen: 552 nm <u>Ziege:</u> S-Zapfen: 443 nm M/L-Zapfen: 552 nm
Sehbereich	180° - 200° gesamt 120° binokular	300° gesamt 60° binokular

[Fri14], [Jac97], [Lau44], [Pei97]

Tiere sehen anders



Kuh, Schaf und Ziege

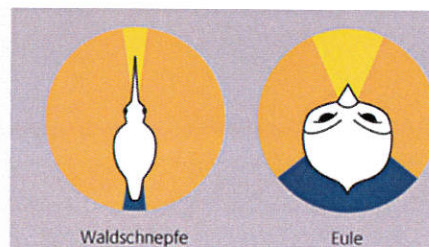
- ▶ Blickfeld, Bereich in dem scharf gesehen wird
- ▶ Wahrnehmung von Bewegungen
- ▶ „Blinder Bereich“ ohne Bewegung nichts wahrnehmbar



Mensch



Kaninchen



Waldschnepfe

Eule

[Med14]

Inhalt

- Forschungsprojekt I_LED_Milchvieh
- Effizienz durch gute Beleuchtung
- Sehvermögen Mensch und Tier
- **Aufbau und Funktionsweise verschiedener Leuchtmittel**
- Gefahrenpotenzial Retrofit
- Praxisbeispiele
 - Unterschiedliche Beleuchtungsintensitäten
 - Unterschiedliche Leuchttypen
 - Unterschiedliche Leuchtoptiken
- Fazit

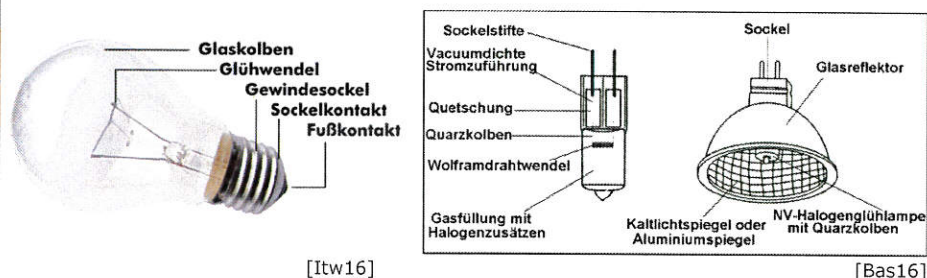
9

Optimale Beleuchtung im Schafstall - Innsbruck, 25.11.2016 - Daniel Werner, Malke Müller, Eva Schwanzfeier-Hellkamp, Klaus Reiter

FH Bielefeld
University of
Applied Sciences

Aufbau und Funktionsweise thermischer Strahlungsquellen

- Glüh-, Halogen- oder Xenonlampen
- Geringe Lebensdauer (laut Herstellerangaben ca. 1.000 Std. für Glühlampen)
- Schlechter Wirkungsgrad (nur ca. 5 % der elektrischen Leistung wird in Licht umgewandelt)
- Sehr gute Farbwiedergabe (R_a Wert nahe 100)



[Itw16]

[Bas16]

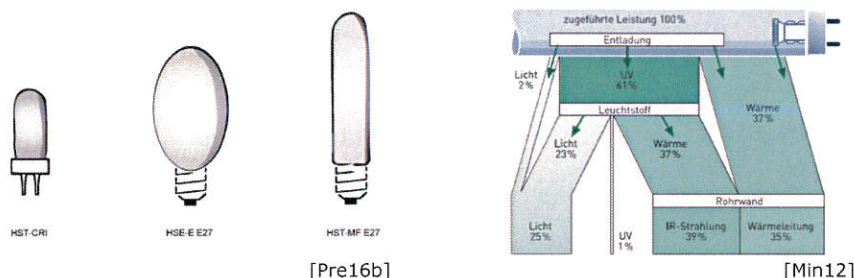
10

Optimale Beleuchtung im Schafstall - Innsbruck, 25.11.2016 - Daniel Werner, Malke Müller, Eva Schwanzfeier-Hellkamp, Klaus Reiter

FH Bielefeld
University of
Applied Sciences

Aufbau und Funktionsweise von Nieder- und Hochdruckentladungslampen

- „Energiespar-“ und Leuchtstofflampen sowie Lampen auf Natrium-, Quecksilber- und Metallhalogendampfbasis
- Mittlere und lange Werte für die Lebensdauer (30.000 Std. – 35.000 Std.)
- Mittlerer Wirkungsgrad (ca. 25 % der elektrischen Leistung wird bei Leuchtstofflampen in Licht umgewandelt)
- Sehr schlechte (Natriumdampf) bis gute (Metallhalogendampf) Farbwiedergabe



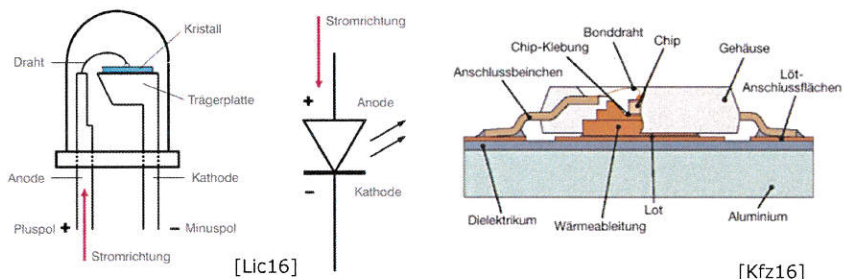
11

Optimale Beleuchtung im Schafstall - Innsbruck, 25.11.2016 - Daniel Werner, Malke Müller, Eva Schwanzfeier-Hellkamp, Klaus Reber



Aufbau und Funktionsweise einer LED

- engl.: *light-emitting diode* - dt.: Licht-emittierende Diode
- Halbleiterbauelement, das nach dem Wirkungsprinzip der Elektrolumineszenz elektromagnetische Strahlung in Form von Licht emittiert
- Lange Lebensdauer
- Hoher Wirkungsgrad und gute Farbwiedergabe



12

Optimale Beleuchtung im Schafstall - Innsbruck, 25.11.2016 - Daniel Werner, Malke Müller, Eva Schwanzfeier-Hellkamp, Klaus Reber



Bauformen verschiedener LEDs

Gedrahtete LEDs
(z.B. 3 mm oder 5 mm)



[Cnk16]

SMD LEDs
(Surface-mounted-device)



[Con16]

COB LEDs
(Chip-on-board)



[cdn16]

13

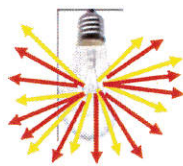
Optimale Beleuchtung im Schafstall: Innsbruck, 25.11.2016 - Daniel Werner, Malke Müller, Eva Schwanzfeier-Hellkamp, Klaus Rieger



Effizienz verschiedener Leuchtmittel

Glühlampe

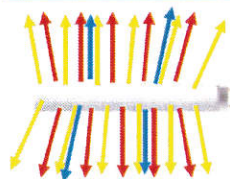
95% Wärme



5% Licht

Leuchtstofflampe

74% Wärme

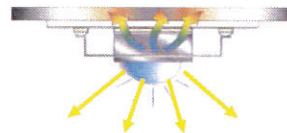


25% Licht

1% UV

LED

60% Wärme



40% Licht

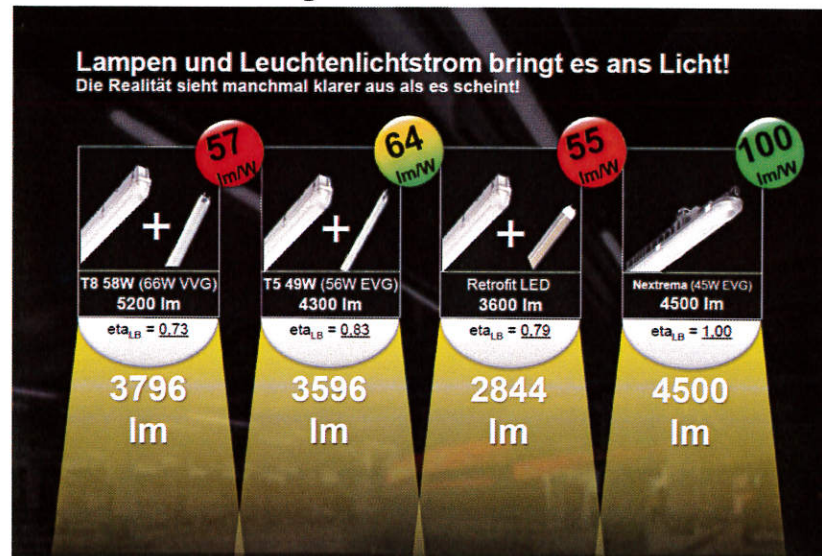
[Tri14]

14

Optimale Beleuchtung im Schafstall: Innsbruck, 25.11.2016 - Daniel Werner, Malke Müller, Eva Schwanzfeier-Hellkamp, Klaus Rieger



Effizienzbetrachtungen



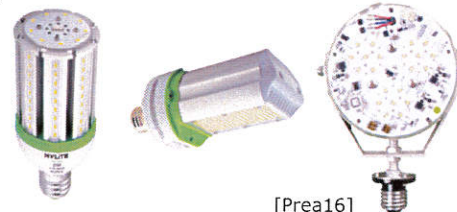
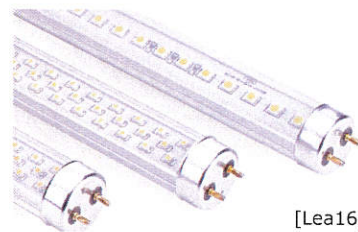
15

Optimale Beleuchtung im Schafstall - Innsbruck, 25.11.2016 - Daniel Werner, Maik Müller, Eva Schwanzfeier-Hellkamp, Klaus Reiter

FH Bielefeld
University of
Applied Sciences

Retrofit-Lampen und mögliche Gefahren

- Elektrischer Schlag
- Unzulässige Erwärmung
- Funkentstörung wird nicht eingehalten
- Schutzklasse II wird nicht eingehalten
- Beleuchtungsstärken zu gering
- Blendung durch veränderte Lichtverteilungskurve
- Luft- und Kriechstrecken zu gering
- Schutzart (IP) wird nicht erreicht
- Längsausdehnung zu groß
- Zu hohes Gewicht
- *Colour-Shift*



16

Optimale Beleuchtung im Schafstall - Innsbruck, 25.11.2016 - Daniel Werner, Maik Müller, Eva Schwanzfeier-Hellkamp, Klaus Reiter

FH Bielefeld
University of
Applied Sciences

Thermische Überhitzung von Retrofit-Lampen



Thermische Überhitzung durch erhöhte Schmutzbelastung [Fas16a]



Thermische Überhitzung eines LED-Spots [Fas16a]

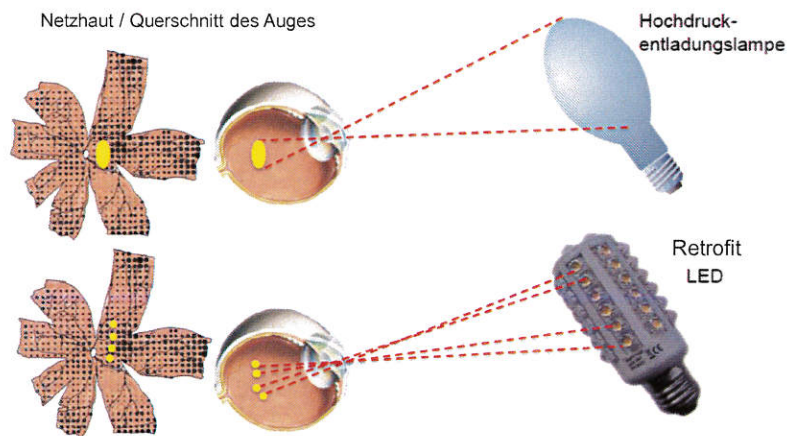
Colour-Shift im Randbereich von schlecht verarbeiteten LED-Leuchten



[Msc13]



Blendung von Punktlichtquellen



[Min12]

19

Optimale Beleuchtung im Schafstall Innsbruck, 25.11.2016 Daniel Werner, Maïke Müller, Eva Schwenzfeier-Hellkamp, Klaus Reiter

FH Bielefeld
University of
Applied Sciences

Inhalt

- Forschungsprojekt I_LED_Milchvieh
- Effizienz durch gute Beleuchtung
- Sehvermögen Mensch und Tier
- Aufbau und Funktionsweise verschiedener Leuchtmittel
- Gefahrenpotenzial Retrofit
- **Praxisbeispiele**
 - Unterschiedliche Beleuchtungsintensitäten
 - Unterschiedliche Leuchttypen
 - Unterschiedliche Leuchtoptiken
- Fazit

20

Optimale Beleuchtung im Schafstall Innsbruck, 25.11.2016 Daniel Werner, Maïke Müller, Eva Schwenzfeier-Hellkamp, Klaus Reiter

FH Bielefeld
University of
Applied Sciences

Praxisbeispiel mit unterschiedliche Beleuchtungsintensitäten

Schaf- und Ziegenstall mit 125 Tierplätzen

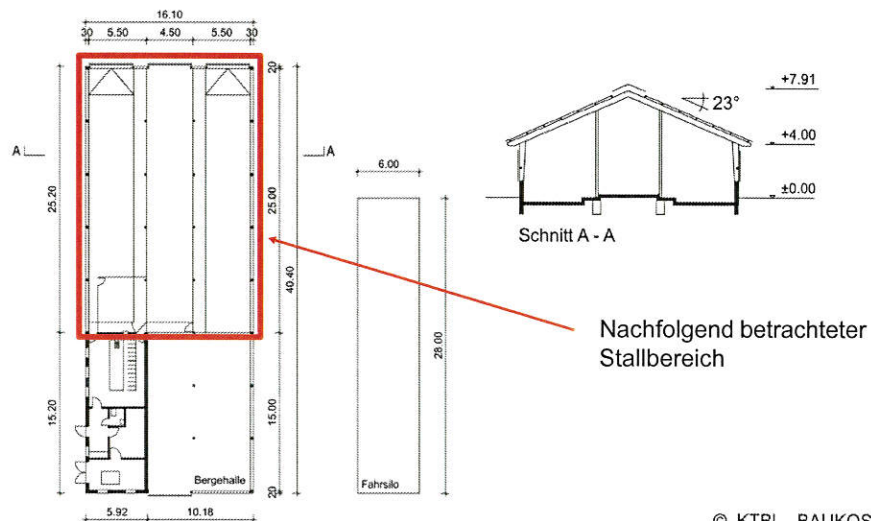
- Musterstall des KTBL (Kuratorium für Bauwesen in der Landwirtschaft)
- Tiefstreustall mit 62 Tieren je Gruppe
- Tier-/Fressplatzverhältnis 1:1
- Beleuchtungssimulationen mit LED-Langfeldleuchten auf die Zielgrößen 100 lx, 150 lx und 200 lx mittlere Beleuchtungsstärke
- Möglichst gleichmäßige Beleuchtung
- Montageart: Anbau (keine Abpendelung) mit 2 bzw. 4 „Lichtbändern“
- Wartungsfaktor: 0,67
- Reflektionen: 30 % Decke, 10 % Wände und 20 % Boden

21

Optimale Beleuchtung im Schafstall · Innsbruck, 25.11.2016 · Daniel Werner, Maïke Müller, Eva Schwanzfeier-Hellkamp, Klaus Rietter



Praxisbeispiel: Schaf- und Ziegenstall mit 125 Tierplätzen

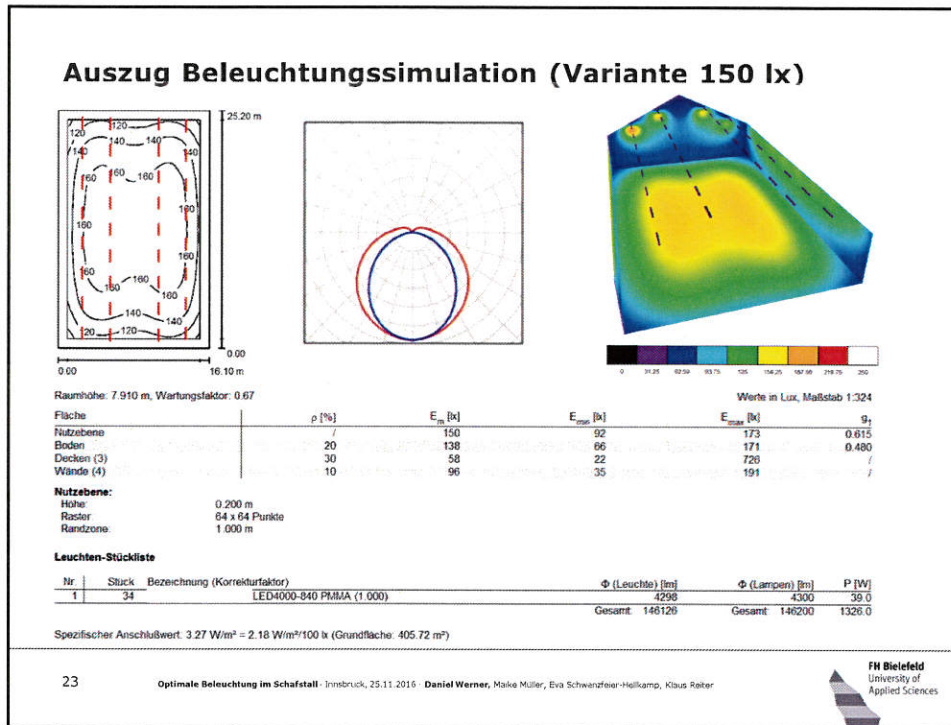


© KTBL, BAUKOST

22

Optimale Beleuchtung im Schafstall · Innsbruck, 25.11.2016 · Daniel Werner, Maïke Müller, Eva Schwanzfeier-Hellkamp, Klaus Rietter





Ergebnisse (LED-Langfeldleuchten)

	100 lx	150 lx	200 lx
Anzahl Leuchten	24	34	46
Installierte Leistung [W]	936	1.326	1.794
Installierte Leistung pro Fläche [W/m ²]	2,31	3,27	4,42
Gleichmäßigkeit g_1	0,60	0,62	0,63

→ Doppelte Beleuchtungsstärke bedeutet nicht gleich die doppelte Anzahl an zu installierenden Leuchten sowie die doppelt installierte Leistung

24 FH Bielefeld
University of Applied Sciences

Praxisbeispiel mit unterschiedlichen Leuchten

Schaf- und Ziegenstall mit 125 Tierplätzen

- Beleuchtungssimulationen mit:
 - LED-Langfeldleuchte 39 W (LED Langfeldleuchte)
 - LED-Flächenstrahler 118 W (LED Flächenstrahler)
 - Klassische Leuchtstofflampe 2 x 58 W (Leuchtstofflampe)
 - Metallhochdruckdampfleuchte 250 W (Metalldampf 250)
 - Metallhochdruckdampfleuchte 400 W (Metalldampf 400)
- Mittlere Beleuchtungsstärke auf die Zielgrößen 150 lx
- Möglichst gleichmäßige Beleuchtung
- Montageart: Anbau (keine Abpendelung) mit 2 bzw. 4 „Lichtbändern“
- Wartungsfaktor: 0,67
- Reflektionen: 30 % Decke, 10 % Wände und 20 % Boden

25

Optimale Beleuchtung im Schafstall: Innsbruck, 25.11.2016 · Daniel Werner, Malke Müller, Eva Schwanzfeier-Hellkamp, Klaus Reiter



Ergebnisse

	LED Langfeldleuchte	LED Flächenstrahler	Leuchtstofflampe	Metall-dampf 250	Metall-dampf 400
Anzahl Leuchten	34	8	22	13	4
Installierte Leistung [W]	1.326	947	2.420	3.250	1.600
Installierte Leistung pro Fläche [W/m ²]	3,27	2,33	5,96	8,01	3,94
Gleichmäßigkeit g1	0,62	0,54	0,47	0,53	0,44

→ LED-Langfeldleuchte erreicht höchste Gleichmäßigkeit, Aufwand bei den zu installierenden Leuchten sehr groß

→ Leuchtstofflampe vermutlich in der Anschaffung am günstigsten, Energiebedarf aber mehr als das 2,5-fache im Vergleich zum LED-Flächenstrahler

26

Optimale Beleuchtung im Schafstall: Innsbruck, 25.11.2016 · Daniel Werner, Malke Müller, Eva Schwanzfeier-Hellkamp, Klaus Reiter



Praxisbeispiel mit unterschiedlichen Optiken für Leuchten

Musterraum

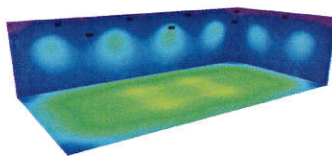
- Raumabmaße gleichbleibend
- Simulation verschiedener Optiken
 - 120°
 - 60°
 - 30° / 60°
- Betrachtung der mittleren Beleuchtungsstärke E_m sowie der Gleichmäßigkeit g_1 (mittlere zu minimaler Beleuchtungsstärke)

27

Optimale Beleuchtung im Schafstall: Innsbruck, 25.11.2016 Daniel Werner, Malke Müller, Eva Schwanzfeier-Hellkamp, Klaus Reiter



Praxisbeispiel unterschiedliche Leuchtoptiken

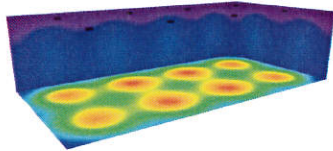


120° Optik

Deckenhöhe 5 m

$$E_m = 212 \text{ lx}$$

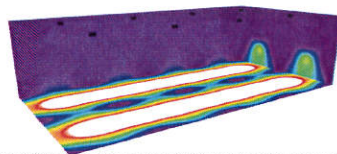
$$g_1 = 0,58$$



60° Optik

$$E_m = 224 \text{ lx}$$

$$g_1 = 0,45$$



30° / 60° Optik

$$E_m = 308 \text{ lx}$$

$$g_1 = 0,10$$

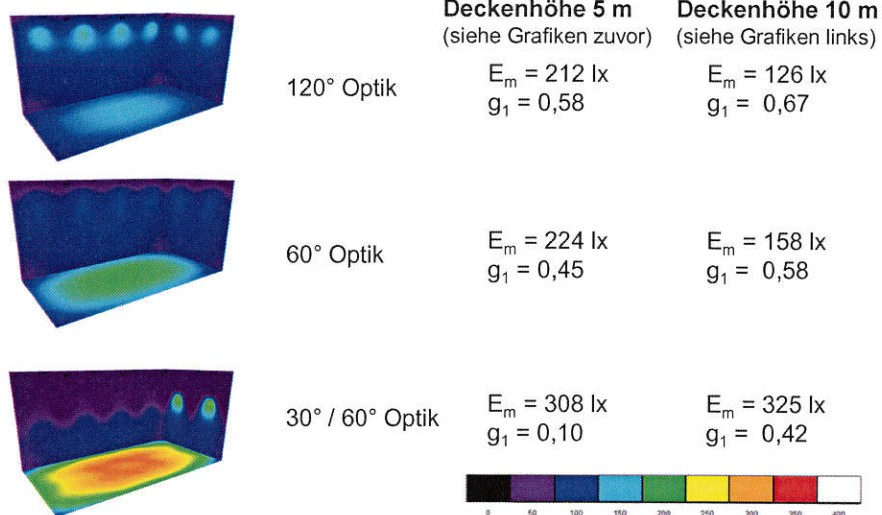


28

Optimale Beleuchtung im Schafstall: Innsbruck, 25.11.2016 Daniel Werner, Malke Müller, Eva Schwanzfeier-Hellkamp, Klaus Reiter



Praxisbeispiel unterschiedliche Leuchtoptiken



29

Optimale Beleuchtung im Schafstall - Innsbruck, 25.11.2016 - Daniel Werner, Maiko Müller, Eva Schwandföer-Hellkamp, Klaus Reiter

FH Bielefeld
University of
Applied Sciences

Fazit

- Beleuchtung für Mensch **und** Tier
- Hohes Gefahrenpotenzial bei Verwendung von Retrofit-Produkten
- Beleuchtungssimulation für eine gute, gleichmäßige und energieeffiziente Beleuchtungssituation zwingend erforderlich

→ Nicht jede Leuchte ist für jeden Stall geeignet

→ Hersteller bzw. Vertrieb sollte eine individuelle und kostenlose Beleuchtungssimulation anbieten

30

Optimale Beleuchtung im Schafstall - Innsbruck, 25.11.2016 - Daniel Werner, Maiko Müller, Eva Schwandföer-Hellkamp, Klaus Reiter

FH Bielefeld
University of
Applied Sciences

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Bei weiteren Fragen können Sie uns wie folgt erreichen:

Daniel Werner, Dipl.-Ing. (FH)
daniel.werner@fh-bielefeld.de
+49.521-106 7385



FH Bielefeld
University of
Applied Sciences

Quellen

- [Bas16] <http://basics-de.de/Lexikon/GluehlampenBatterien/GluehlampenNiedervoltHalogen/HalogenlampeAufbau2Gross.jpg>; letzter Zugriff 14.11.2016
- [Cdn16] <http://cdn.pollin.de/article/xtrabig/X120806.1.JPG>; letzter Zugriff 09.11.16
- [Cnk16] http://www.cnkls.com/admin/product_upload/20121206145310Standard%20LED.jpg; letzter Zugriff 09.11.16
- [Con16] https://img.conrad.de/medias/global/ce/1000_1999/1800/1810/1815/181582_BB_00_FB.EPS_1000.jpg; letzter Zugriff 09.11.16
- [Fas16a] <http://fastvoice.net/wp-content/uploads/2012/08/led-schmutz-on.jpg>; letzter Zugriff 09.11.16
- [Fas16b] <http://fastvoice.net/wp-content/uploads/2013/03/spot-einzelteile1.jpg>; letzter Zugriff 09.11.16
- [Fri14] Frings S., Müller M.: Biologie der Sinne - Vom Molekül zur Wahrnehmung, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2014
- [Itw16] <http://www.itwissen.info/bilder/aufbau-einer-gluehlampe.png>; letzter Zugriff 14.11.2016
- [Jac97] Jacobs G. H., Deegan II J. F., Neitz J.: Photopigment basis for dichromatic color vision in cows, goats, and sheep, Visual Neuroscience 1998 - 15, Cambridge University Press, 1998
- [Kfz16] http://www.kfztech.de/kfztechnik/elo/licht/led/LED_Aufbau_Dragon.jpg; letzter Zugriff 09.11.16
- [Lea16] http://www.leapfroglighting.com/wp-content/uploads/2013/05/LED_TB_tubes.jpg; letzter Zugriff 09.11.16
- [Lic16] <https://lichtforum.files.wordpress.com/2013/02/led-aufbau1.jpg>; letzter Zugriff 09.11.16
- [Min12] Jörg Minnerup; LED - Straßenbeleuchtung im Kontext zur EN 13201 und weiteren Normen; ETP Kongress 2012; Tagungsort Leipzig; 2012
- [Msc13] Michael Schneider; Fachhochschule Bielefeld; 2013
- [Pei97] Peichl L.: Die Augen der Säugetiere: Unterschiedliche Blicke in die Welt, Biologie in unserer Zeit, 27. Jahrgang, VCH Verlagsgesellschaft mbH, Weinheim, 1997
- [Pre16a] <http://www.premiertg.com/wp-content/uploads/2013/12/hid-to-led-retrofit-bulbs.png>; letzter Zugriff 09.11.16
- [Pre16b] <http://prediger.de/assets/images/natriumdampflampen.gif>; letzter Zugriff 11.2013
- [Tri14] LED Basiswissen; Trilux Akademie; 2014