

## Einsatz von LED im Schweinestall

René Pommer, Eckhard Meyer, Katja Menzer, Daniel Hegewald

Eine populäre Überlegung zum Stromsparen ist der Einsatz von LED-Leuchtmitteln (LED – light emitting diodes). Diese haben in den letzten Jahren eine rasante Entwicklung durchlaufen und bieten inzwischen höchste Lichtausbeuten. Dazu kommt, dass spezielle Retrofitprodukte auch leicht auszuwechseln sind. Diese verbrauchen laut Herstellerangaben deutlich weniger Strom. Allerdings ist der einfache Ersatz der Leuchtstoffröhren durch LED-Tubes nicht unumstritten, denn sie unterscheiden sich in weiteren wichtigen Parametern. In einer großen Schweinemastanlage in Sachsen wurden dazu Messungen durchgeführt.

### Untersuchungsgegenstand und Messprogramm

In einem Versuchsabteil wurden die vorhandenen Leuchtstoffröhren im Verhältnis 1 zu 1 durch LED-Tubes ersetzt. An der Anzahl und der Anordnung der Leuchten wurden keinerlei Veränderungen vorgenommen. Zum Einsatz kam die LED-Tube LUMiTENSO ECO LED TUBE T8 150 klar. Im Vergleichsabteil verblieben die Narva Colourlux plus Leuchtstoffröhren LT-T8 840 coolwhite mit konventionellem Vorschaltgerät (KVG). Für beide Abteile wurden Unterzähler für Strom sowie Betriebsstundenzähler installiert.

**Tabelle 1:** ausgewählte Parameter der eingesetzten Leuchtmittel

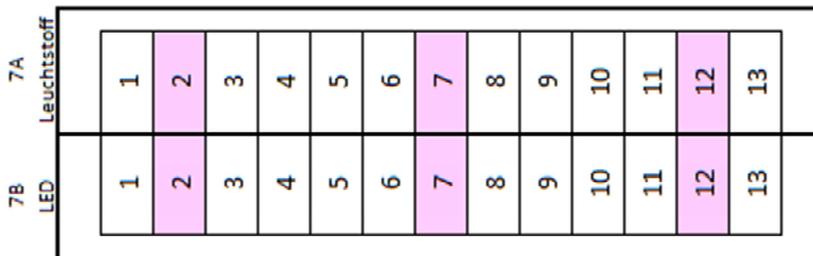
Bezeichnung		Narva Colourlux plus	LUMiTENSO ECO LED TUBE
Typ		Leuchtstoffröhre	LED-Tube („Retrofit“)
Anzahl		18	18
Lumen	Lm	5.250	3.300
elektrische Leistung	W	58*	30
Lumen / Watt	Lm/W	90,5	110
angegebene Lebensdauer	Bh	20.000	50.000
Lichtfarbe	K	4.000	4.000
Farbwiedergabeindex		80	>80

\*ohne Vorschaltgerät!

---

Bearbeiter: René Pommer  
 Abteilung/Referat: 7/74 „Tierhaltung“  
 E-Mail: [rene.pommer@smul.sachsen.de](mailto:rene.pommer@smul.sachsen.de)  
 Telefon: 03 42 22 – 46 22 10  
 Redaktionsschluss: 02.11.2018  
 Internet: [www.smul.sachsen.de/lfulg](http://www.smul.sachsen.de/lfulg)

Jedes der beiden spiegelgleichen Abteile (Abbildung 1) verfügte über 13 Buchten mit einer Fläche von je 25,5 m<sup>2</sup>. An der Decke waren jeweils 9 Leuchten mit je 2 Röhren angebracht. Sie waren also nicht symmetrisch zur Stallausrüstung angebracht, weshalb die einzelnen Buchten unterschiedlich ausgeleuchtet wurden.



**Abbildung 1:** Grundrisssskizze der beiden Abteile

In allen Buchten der beiden Abteile wurde jeweils eine mittige Messung vorgenommen, um die Beleuchtungsstärken und die Verteilung im Abteil beurteilen zu können. In je 3 ausgewählten Buchten pro Abteil wurde ein intensives Messraster abgebildet (Abbildung 4), um Aussagen zur Lichtverteilung treffen zu können. Insgesamt wurden 3 Messreihen mit angepasstem Design durchgeführt.



**Abbildung 2:** Mastabteil mit asymmetrischer Leuchtenanordnung

Für die Messung der Beleuchtungsstärke wurden ALMEMO Datenlogger sowie zwei unterschiedliche Beleuchtungsstärke-Messsensoren verwendet.



**Abbildung 3:** Messsensoren und Messaufbau in „Blickhöhe“ junger Schweine

Beide Sensoren messen die V-Lambdastrahlung. Das ist die Strahlung im Wellenlängenspektrum von 360 – 760 nm, was der Helligkeitsempfindung des menschlichen Auges entspricht. Ein gerichteter Sensor misst die aus einer Richtung auf die Messfläche auftreffende Beleuchtungsstärke. Der Kugelkopfsensor hingegen nimmt das Licht von allen Seiten auf. Dieser Sensor spiegelt in etwa die menschliche Wahrnehmung wieder.

## Messergebnisse

### Strombedarf

Die tägliche Beleuchtungsdauer lag relativ konstant um 9 Stunden. Im Versuchsabteil mit LED-Tubes lag der mittlere tägliche Energiebedarf bei 5,0 kWh, im Kontrollabteil hingegen bei 11,8 kWh. Der Stromverbrauch konnte also um mehr als die Hälfte reduziert werden!

**Tabelle 2:** Messwerte und abgeleitete Parameter in den beiden Abteilen

Parameter		Leuchtstoff- röhre	LED-Tube
Anzahl	n	18	18
Beleuchtungsdauer	Bh/d	9,0	9,0
Stromverbrauch	kWh/d	11,8*	5,0
Leistungsaufnahme	W	72,6*	30,6
Stromverbrauch je Tierplatz im Jahr	kWh/(TPI*a)	9,8*	4,1

\* incl. KVG

Ein Abteil kann mit bis zu 442 Tieren belegt werden. Bezogen auf den Tierplatz liegt der Verbrauch mit Leuchtstofflampen bei knapp 10 kWh/(TPI\*a), was je nach Bezugspreis etwa 2,- EUR entspricht. Bei dem damaligen Stückpreis der LED-Tubes von 33,45 EUR hätte sich der Wechsel bereits nach etwa 1,5 Jahren amortisiert.

### Helligkeit im Abteil

Die Anforderung an die Beleuchtung von Schweineställen ist in der Tierschutz Nutztierhaltungsverordnung (TierSchNutzTV) geregelt. Wenngleich die Formulierung Raum für Interpretationen lässt wird in Deutschland im Allgemeinen gefordert, dass täglich über einen Zeitraum von 8 Stunden eine Beleuchtungsstärke von 80 Lux einzuhalten ist und jedes Schwein dabei von etwa der gleichen Lichtmenge erreicht werden muss. Darüber hinaus gibt es Empfehlungen für verschiedene Altersstufen und Haltungsabschnitte.

Insgesamt wurden 3 Messreihen zur Messung von Beleuchtungsstärken durchgeführt. Dabei wurde jeweils in der Mitte jeder Bucht eine Messung durchgeführt. Bei der ersten Messreihe am 5.11.2015 wurden in allen Buchten die geforderten 80 Lux überschritten. Im Durchschnitt aller 13 Buchten war das LED-Abteil heller als das Vergleichsabteil. Allerdings war die Schwankungsbreite der Beleuchtungsstärken bei LED-Tubes etwa doppelt so hoch wie bei Leuchtstoffröhren.

Bei der ersten Messreihe waren die LED-Tubes alle neu, wogegen die Leuchtstoffröhren bereits einige Jahre im Einsatz waren. Für die zweite Messreihe am 2.3.2016 wurden letztere deshalb durch unbenutzte aus der Reserve des Betriebes ersetzt. Das Ergebnis des Vergleichs kehrte sich in Folge dessen um! Die neuen Leuchtstoffröhren zeigten sich den Gebrauchten erwartungsgemäß deutlich überlegen. Die LED-Tubes hatten hingegen bereits etwa 14 % ihrer Leuchtkraft im Vergleich zur ersten Messung eingebüßt. Die größere Schwankungsbreite bei den LED's führte nun auch dazu, dass in einer Bucht die Mindestbeleuchtungsstärke von 80 Lux nicht mehr erreicht wurde. Bei den Leuchtstoffröhren lagen alle Buchten darüber. Im Mittel wurde im LED-Abteil eine Beleuchtungsstärke von 204 Lux gemessen, im Kontrollabteil hingegen 215 Lux.

In der dritten Messreihe am 27.10.2016 setzte sich dieser Trend fort, wenn gleich der Verfall nicht mit gleicher Geschwindigkeit fortgeschritten ist. Die LED's hatten weitere 4,3 % der Leuchtkraft verloren und erreichten nur noch eine durchschnittliche Beleuchtungsstärke von 194 Lux. Aber auch die Leuchtstoffröhren erreichten nur noch 196 Lux, was einem altersbedingten Verlust von immerhin 8,6 % entspricht.

**Tabelle 3:** ermittelte Beleuchtungsstärken in den beiden Abteilen

	<b>1. Messung</b>	<b>2. Messung</b>	<b>3. Messung</b>
<b>LED-Tubes</b>			
Mittelwert	237	204	194
Minimum	91	65	43
Maximum	412	420	426
<b>Leuchtstofflampen</b>			
Mittelwert	150	215	196
Minimum	82	130	110
Maximum	268	357	326

#### Gleichmäßigkeit der Buchtenausleuchtung

In einer zweiten Messanordnung wurde die Ausleuchtung innerhalb der einzelnen Buchten untersucht. Dazu wurde in ausgewählten Buchten ein enges Messraster mit bis zu 45 Einzelmessungen festgelegt. Der Mindestabstand der äußeren Messpunkte von der Buchtenwand betrug 50 cm.

Im Ergebnis der drei Messreihen schnitten die LED-Tubes auch hier schlechter ab als die Leuchtstoffröhren. Der Lichteinfall in die Bucht erfolgte streifenförmig. Auch die Schatten an den Buchtenwänden waren deutlicher ausgeprägt. Da die Leuchten nicht symmetrisch über den Buchten angebracht waren, gab es in jeder Bucht besser und schlechter ausgeleuchtete Bereiche. Mit LED-s waren mehr Messpunkte schlecht ausgeleuchtet. Abbildung 4 zeigt die Unterschiede in der Ausleuchtung am Beispiel der spiegelgleich angeordneten Bucht 6.

Die Ursache dafür liegt in der Bauart der Leuchtmittel. Die Lichtabgabe erfolgt bei Leuchtstoffröhren gleichmäßig in alle Richtungen, durch den Reflektor im Gehäuse wird der Strahlung eine gewünschte Richtung gegeben. LED-s strahlen hingegen immer in die Richtung, in welche die Dioden ausgerichtet sind. Bei Retrofit-Lösungen bleiben die Reflektoren entsprechend wirkungslos.



**Abbildung 4:** Lichteinfall in Bucht 6 mit Leuchtstoff (links) und LED-Tubes (rechts) (erste Messreihe)

### Bonitur

Ergänzend zu den technischen Messungen wurden das Integument der Schweine bonitiert, um Rückschlüsse auf eventuelle Auswirkungen auf das Verhalten ziehen zu können. Im Ergebnis konnte festgehalten werden, dass die Art der Lichtquelle keinen statistisch gesicherten Effekt auf die körperliche Unversehrtheit der Schweine hat.

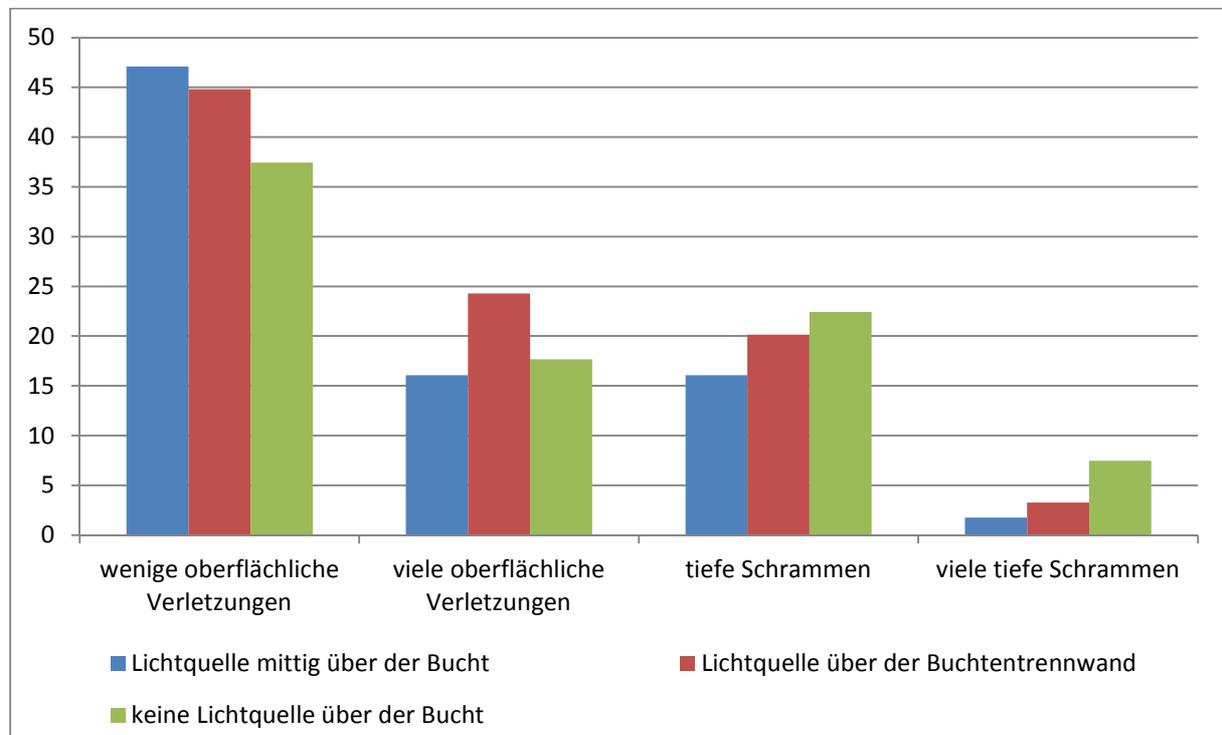
**Tabelle 4:** Mittlere Boniturnoten (Skala 1-5) bei unterschiedlicher Lichtquelle

Lichtquelle im Versuchsstall	Position Lichtquelle oberhalb der Bucht	Mittelwert	Standardfehler	95%-Konfidenzintervall	
				Untergrenze	Obergrenze
Leuchtstoffröhre	Lichtquelle direkt über der Bucht	2,4	,082	2,228	2,551
	Lichtquelle direkt über der Buchtwand	2,6	,177	2,236	2,931
	keine Lichtquelle über der Bucht (Schatten)	2,6	,125	2,310	2,801
LED	Lichtquelle direkt über der Bucht	2,3	,079	2,146	2,457
	Lichtquelle direkt über der Buchtwand	2,8	,146	2,468	3,041
	keine Lichtquelle über der Bucht (Schatten)	2,8	,123	2,595	3,080

Es ist aber generell bei der Anordnung der Lichtquellen darauf zu achten, dass jeder Bucht eine Lichtquelle zugeordnet wird, so dass keine Schlagschatten (vgl. Abb. 4 rechts) entstehen. Diese fördern in der stichprobenartigen Untersuchung bei LED noch etwas mehr als bei

Leuchtstoffröhren offensichtlich die Aggressivität der Tiere und so die Frequenz von schweren Befundkategorien untereinander.

Abbildung 5: Kategorische Beurteilung der Integumentverletzungen in % bei unterschiedlicher Anordnung der Beleuchtung



Während der Effekt der Position der Lichtquelle bei Auswertung der Befundkategorien mit 5% Irrtumswahrscheinlichkeit ( $\chi^2$  Test) signifikant ist, sind die Unterschiede zwischen den unterschiedlichen Lichtquellen statistisch nicht gesichert. Es kommt also mehr darauf an wie die Lichtquellen angeordnet werden, als um welche Art der Lichtquelle es sich handelt. Tendenziell werden in Buchten, denen keine Lichtquelle direkt zugeordnet werden kann (Lichtquelle über der Nachbarbucht) weniger völlig unversehrte Schweine beobachtet als bei exakter Anordnung der Leuchten direkt über der jeweiligen Bucht. Lichtquellen direkt über der Bucht fördern die Aktivität (wenige oberflächliche Verletzungen), Schlagschatten fördern die Aggressivität (viele tiefe Schrammen) der Schweine.

## Fazit

Als Fazit bleibt festzuhalten, dass LED-Lampen zwar erwartungsgemäß Energie sparen, aber Retrofit-Produkte im Tierbereich nicht uneingeschränkt empfohlen werden können. Hier müssen die Bedürfnisse der Tiere sowie gegebenenfalls gesetzliche Bestimmungen beachtet werden!

Für die Anwendung im Stall stehen Speziallampen zur Verfügung. Diese sind zwar teurer, aber dafür auch beständig gegen Ammoniak. Geprüfte Modelle findet man bei der DLG: <https://www.dlg.org/de/landwirtschaft/tests/>

Für eine Vorplanung kann man Beleuchtungsprogramme nutzen, die im Internet kostenlos zur Verfügung stehen (z.B. DIALux oder Relux). Alternativ sollte man den Gang zu einem Beleuchtungsspezialisten nicht scheuen.