

Fachinformationen Landwirtschaft

Untersuchungen zum Einfluss verschiedener Spektralfarben des Umgebungslichtes auf Tierverhalten und biologische Leistungen von Aufzuchtferkeln

Literatur und Fragestellung

Die Bewertung der Tiergerechtigkeit von Haltungssystemen soll möglichst objektiven Bewertungskriterien folgen. Das kann z. B. der Verlauf des Tagesrhythmus (24-Studentag) sein, dem die Tiere in ihrer Haltungsumwelt folgen. Die Haltung ist artgerecht, wenn eine deutliche Tag-Nacht-Phase mit tagsüber vorherrschender Aktivität und nächtlicher Ruhe vorliegt und die Aktivität in einem biphasisch endogen angelegten Rhythmus zu beobachten ist (MARX et al., 1988). Dieser Rhythmus ist eng mit den Lichtverhältnissen und dem Sehvermögen der Tiere verbunden. Licht gehört neben der Temperatur zu den wichtigsten Umweltfaktoren mit Wirkung auf das Tierverhalten und die Physiologie (ANDERSSON et al., 1998). Diese werden von ganz unterschiedlichen physikalischen Ebenen (Lichtintensität, Photoperiode, Lichtfarbe) des Lichtes berührt.

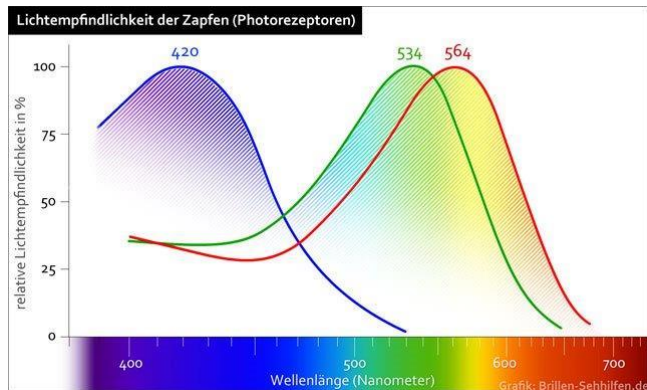
Physikalische Eigenschaften von Licht und Beleuchtung

Beleuchtung umfasst im Allgemeinen drei wesentliche Eigenschaften: das Spektrum (Farbe: rot bis violett), die Intensität (Lux oder Lumen) sowie die Photoperiode (Beleuchtungsdauer bezogen auf 24 h) des Lichtangebotes. Letztere beinhaltet die Länge der Belichtungsdauer (Tageslänge) sowie das Muster des Belichtungswechsels, d. h. die zeitlichen Veränderungen der Beleuchtung.

Das weiß erscheinende Licht besteht aus vielen verschiedenen Frequenzbereichen im sichtbaren Bereich des elektromagnetischen Spektrums (Abbildung 1). Künstliche Lichtquellen beinhalten bislang meist nur einen kleinen Teil des elektromagnetischen Spektrums von Tageslicht.

Das in Abbildung 1 dargestellte Spektrum fasst die Verteilung der Lichtwellenlängen, die für die Farbwahrnehmung verantwortlich sind, zusammen.

Farbe	Wellenlänge [nm]
Rot	~ 635-770
Orange	~ 590-635
Gelb	~ 565-590
Grün	~ 520-565
Cyan	~ 500-520
Blau	~ 450-500
Violett	~ 380-450



Quelle: www.products.pcc.eu

Quelle: www.brillen-sehhilfen.de/optik/farben-se-

Abbildung 1 Physikalische Einordnung von Lichtfarben

Als Grundlage der Bemessung der Farb- bzw. Lichttemperatur dient ein (nur in der Theorie existierender) idealtypischer schwarzer Körper, der sämtliches auftreffendes Licht verschluckt. Erhitzt man diesen, fängt er irgendwann an, rotes Licht zu emittieren. Mit weiter ansteigender Temperatur entstehen über gelbe, anschließend weiße und schließlich hellblaue Farbtöne. Die Farbtemperatur einer Lampe gibt also im übertragenen Sinne an, wie heiß dieser gedachte schwarze Körper werden muss, um Licht in derselben Farbe auszustrahlen.

Tabelle 1 Lichtfarbengruppen von Lampen/Leuchtmitteln (DLG Merkblatt 420)

Lichtfarbe	Farbtemperatur [K]
Warmweiß	2.700 bis 3.300
Kalt- oder neutralweiß	3.300 bis 5.300
Tageslichtweiß	> 5.300

Die Einheit Kelvin gibt an, welche Farbtemperatur ein Leuchtmittel hat und ob die Lampe warmes Licht oder kühl wirkendes Licht abgibt. Eine Leuchte mit einer niedrigen Kelvin-Zahl spendet warmweißes Licht. Je höher der Kelvin-Wert, desto kühler ist die Lichtwirkung und umso höher der Blauanteil im Licht. Umgekehrt steht ein niedriger Wert für einen hohen Rotanteil des Lichtes. Blaues Licht soll zu einer Verringerung der für den Schlaf wichtigen Melatonin-Ausschüttung führen. Es soll beim Menschen ermunternd und belebend wirken, während warmes Licht (rötlich/gelblich) gemütlich und dämpfend wirkt. Licht mit hohem Rotanteil wirkt wärmer und dunkler, Licht mit hohem Blauanteil hingegen kühler und heller.

Autoren: Dr. E. Meyer und Marleen Paulick, Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie; Abteilung 7 Referat 74, E-Mail: eckhard.meyer@smekul.sachsen.de marleen.paulick@smekul.sachsen.de
Telefon: 034222 46 2208; Redaktionsschluss: 21.10.2022; Internet: www.smul.sachsen.de/lfulg,

Tabelle 2 Übersicht zu den einzelnen Kenngrößen des Lichtes

Kenngröße	Maßeinheit	Kürzel
Lichtstrom (ausgehend von der Lichtquelle)	Lumen	lm
Beleuchtungsstärke (auf der Fläche ankommend)	Lux	lx
Leuchtdichte	Candela	cd/m ²
Farbtemperatur	Kelvin	K
Farbwiedergabe Index		Ra
Lichtdauer	Stunde	h

Sehvermögen und Farbsehen der Hausschweine

Das wahrnehmbare Licht ist nur ein Teil des über die Augen erfassbaren elektromagnetischen Spektrums. Der Sehsinn des Schweines ist verglichen mit der Leistung anderer Sinnesorgane eher als untergeordnet anzusehen. Der Geruch-, Gehör- und Tastsinn sind weitaus bedeutender für die Wahrnehmung der Umgebung. Dazu kommt, dass die Schweine über keine flexible Augenlinse verfügen. Sie können deshalb die Sehschärfe durch Anpassung der Linse nicht fokussieren (Abbildung 2). So können Objekte nur in einem bestimmten Abstand vom Auge des Schweines als scharf wahrgenommen werden. Diese anatomischen Besonderheiten des Auges von Hausschweinen sind ein Erbe der wilden Vorfahren. Die Natur entwickelt Sinnesorgane immer nur nach dem Prinzip des Selektionsvorteils und damit absoluten Notwendigkeit. Der Sehsinn dient neben der Orientierung in eher gering beleuchteter Umgebung (Unterholz) offensichtlich vor allem dem Zweck der Futteridentifizierung im unmittelbaren Nahbereich des Auges. Dafür spricht auch das eingeschränkte Farbsehvermögen, indem die häufig vorkommenden Naturfarben grün und blau, nicht aber rot wahrgenommen werden.

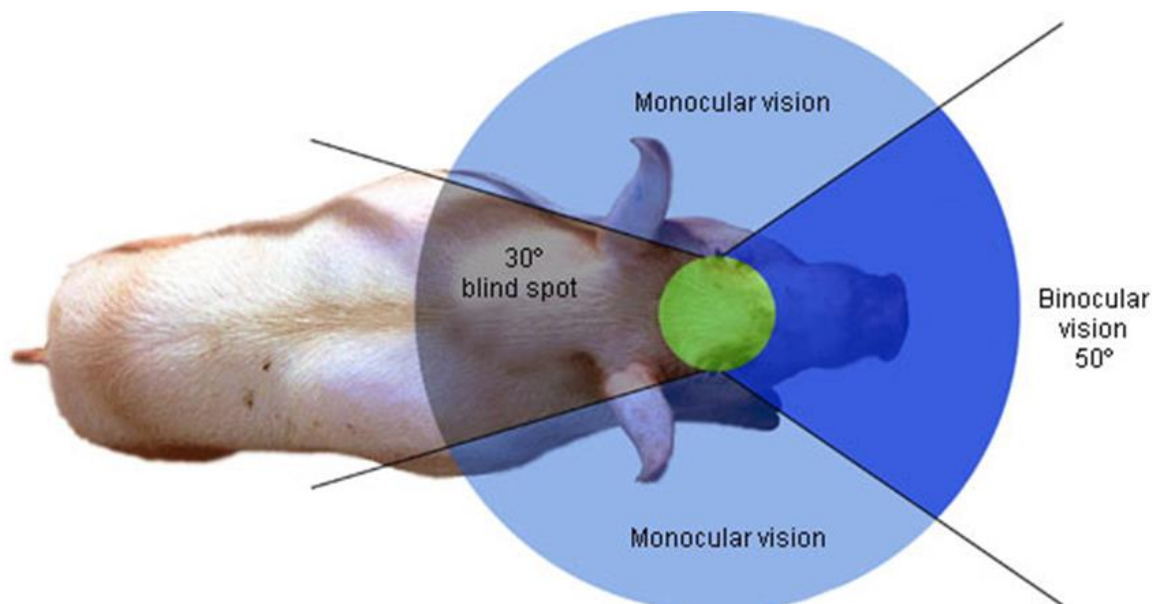


Abbildung 2 Sehschärfe und Sichtfeld von Schweinen nach DALMAU et al., (2009)

Durch die seitliche Anordnung ihrer Augen haben die Tiere ein weites monokulares Sichtfeld, was bedeutet, dass jedes Auge für sich sieht. Der überschneidende, binokulare Anteil beträgt nur 50°, wobei sich direkt vor der Schnauze sowie hinter dem Schwein „tote“ Winkel befinden

Autoren: Dr. E. Meyer und Marleen Paulick, Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie; Abteilung 7 Referat 74, E-Mail: eckhard.meyer@smekul.sachsen.de marleen.paulick@smekul.sachsen.de
Telefon: 034222 46 2208; Redaktionsschluss: 21.10.2022; Internet: www.smul.sachsen.de/lfulg,

(DALMAU et al., 2009). TANAKA et al. (1998) quantifizieren die Sehschärfe des Hausschweins mit etwa 17 % (1/6) der Sehschärfe des Menschen.

Schweine gehören zu den Dichromaten, denn sie besitzen nur zwei verschiedene Typen an Photorezeptoren in der Netzhaut. Folglich sehen sie nach bisherigen Erkenntnissen Farben im Vergleich zum Menschen deutlich gedämpfter. Zu den Rezeptoren im Auge zählen die sogenannten Zapfen für das Sehen bei Tageslicht sowie die Stäbchen für das Sehen bei Dämmerlicht und in der Nacht. Abgeleitet von der Anatomie des Auges liegen die höchsten Wellenlängenempfindlichkeiten bei den Farben Grün (556 nm) und Blau (439 nm). Die maximale Absorption für die zwei Kegeltypen beträgt 439 nm und 556 nm (NEITZ und JACOBS, 1989). Die Farbe Rot (> 650 nm) ist somit für ein Schwein als solche, wie in der menschlichen Wahrnehmung, nicht zu erkennen.

Lichtintensität und Tierverhalten

Schweine sind tag- bzw. dämmerungsaktive Tiere, deren Tagesrhythmus vom Licht gesteuert wird. Dabei unterscheidet sich die Beleuchtung im Stall in allen physikalischen Eigenschaften (Lichtintensität, Photoperiode, Lichtfarbe) von den Eigenschaften des natürlichen Lichtes. Natürliche Lichtverhältnisse bilden das volle Farbspektrum des Lichtes ab und sind am Tage vielfach intensiver (> 10.000 Lux) als das unter Stallhaltungsbedingungen (80 Lux) machbar oder sinnvoll wäre (DLG, 2017). SMITH (1985) hält schon Intensitäten bis 50 Lux als völlig ausreichend für Schweine in Stallhaltung. Andere Autoren schätzen ein, dass die Sehschärfe sich bei Beleuchtungsstärken von 0,5 Lux bis 80 Lux nur wenig verändert (ZONDERLAND et al., 2008). Die Bewertung einer angemessenen Lichtintensität wurde in der Vergangenheit eher an Leistungsparametern (Körpermasseentwicklung, Fruchtbarkeit) festgemacht. Es wurde aber auch die Frage gestellt, ob eine Haltung ohne natürliches Licht überhaupt tiergerecht sein kann, denn erst sehr intensive Lichtverhältnisse (1.300 Lux) führen zu einer gewünschten circadianen Rhythmik der Melatonin-Konzentration (geringe am Tag, hohe in der Nacht) im Plasma von Mastschweinen (MACK et al., 2003). Das wird bei praxisüblichen geringeren Konzentrationen von 50 Lux künstlichem Licht nicht beobachtet. Trotzdem sollen natürliches wie auch künstliches Licht dem Hausschwein als Taktgeber für wichtige biochemische- und physiologische Vorgänge (Körpertemperatur, Energiestoffwechsel, Immunstimulation, Fortpflanzung), unter Beteiligung von Melatonin im Organismus, dienen.

Vergleiche von Haltungssystemen mit natürlichem und künstlichem Licht

In Studien zum Einfluss von natürlichem oder künstlichem Licht, werden bei natürlichem Licht tendenziell bessere Leistungen beobachtet (MACK et al., 2003). Die natürliche Tageslichtintensität steht in enger Beziehung zu den jahreszeitlich verfügbaren Ressourcen und die für das Überleben der Jungtiere wichtigen Temperaturverhältnisse. Davon hat sich bei den Hausschweinen eine Art „rudimentäre Saisonalität“ erhalten (DLG, 2017). Dieser Effekt wird über den Einsatz von relativ intensiven Lichtverhältnissen (200 Lux Kopflicht) im Deckzentrum genutzt bzw. ausgeschaltet.

Licht bestimmt den Tagesrhythmus des Schweines und beeinflusst so das Aktivitätsverhalten. Unterschiede in der Tagaktivität bei Wildschweinen und in Freiland gehaltenen Schweinen ergeben sich primär durch den notwendigen Aufwand bei der Futtersuche und dem dazu erforderlichen oder nicht erforderlichen Wühl- und Erkundungsverhalten (FLEGLER et al., 2005). Während des Lichttages (Zeitraum von Sonnenaufgang bis Sonnenuntergang) beobachten die

Autoren: Dr. E. Meyer und Marleen Paulick, Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie; Abteilung 7 Referat 74, E-Mail: eckhard.meyer@smekul.sachsen.de marleen.paulick@smekul.sachsen.de
Telefon: 034222 46 2208; Redaktionsschluss: 21.10.2022; Internet: www.smul.sachsen.de/lfulg,

Autoren eine Reduktion der Ruhezeiten auf 30 % der Tageszeit. Im Jahresdurchschnitt ergeben sich Ruhezeiten zwischen 14:36 und 16:42 Stunden und Minuten pro Tag, was 61 % bis 70 % bezogen auf 24 h entspricht. Das sind nur 10 – 20 % geringere Ruhezeiten als die von Hausschweinen unter intensiven Haltungsverhältnissen (MEYER et al., 2018). Auch Wildschweine sind demnach nur solange aktiv, wie sie es für die Futtersuche sein müssen. Das weithin diskutierte Beschäftigungsdefizit der Hausschweine hat somit möglicherweise eine physiologische Ursache, indem die Tiere exogen (Licht) oder endogen (Hormon) gesteuert viel länger aktiv sind als sie es für die Futteraufnahme sein müssten.

Künstliches und natürliches Licht beeinflussen die Aktivität der Schweine und sind als sozialer Taktgeber der Tiere zu sehen. Dabei ist bis heute fraglich, wieviel Licht den dämmerungsaktiven Hausschweinen guttut. Dem Sinn der Nutztierhaltungsverordnung (TIERSCHNUTZTV, 2021) nach sollte die Bucht in helle und dunklere Beleuchtungsbereiche über mindestens 8 h aufgeteilt werden. Die Photoperiode der gesetzlich geforderten 80 Lux sind aber aus ethologischer Sicht auch zu begrenzen. Konstante 80 Lux über 24 h oder noch hellere Umgebungen sind schädlich (DLG, 2017). In Wahlversuchen schalteten darauf konditionierte Schweine häufiger geringere (10 vs. 110 Lux) Lichtintensitäten (BALDWIN und START, 1985) ein. Nach Untersuchungen von GÖTZ et al. (2015) führt eine (sehr) intensive Beleuchtung (600 Lux) unter Laborbedingungen zu signifikant mehr Hautläsionen in der Ferkelaufzucht als bei geringerer Beleuchtung (80 Lux). Die Länge der Beleuchtungsdauer während der Säugezeit kann nach LESSARD et al. (2012) einen Einfluss auf die immunologische Entwicklung der Saugferkel haben. Saugferkel, die rund um die Geburt (bis zum 4. Säugetag) 23 Stunden Licht bekamen, zeigten eine schwächere Immunreaktion als Ferkel von Sauen, deren Umgebung nur 8 Stunden beleuchtet wurde. Das kann negative Auswirkungen auf die Widerstandsfähigkeit der Ferkel gegen eine Infektion nach dem Absetzen haben und bestätigt die o. g. möglichen Effekte von Melatonin auf das Abwehrsystem.

Gleichzeitig wird natürliches Licht beim Durchtritt durch eine Glasfläche (Fenster) zu Wärme und beeinflusst so die Temperatur im Stall, die belastend wirken kann. So wurde in den Sommermonaten in Mastschweinebuchten in Fensternähe eine deutlich höhere Wasseraufnahme nachgewiesen (MEYER, 2008). Hitzestress zum Ende der Ferkelaufzucht wird als Risikofaktor für Verhaltensstörungen gesehen. Dem spricht entgegen, dass nach praktischer Beobachtung die mit der Tageslichtlänge einhergehende Erwärmung eher zur Reduktion der Tieraktivität führt. Fehlverhalten entwickelt sich aus dem Aktivitätsverhalten heraus. Zum Liegen bevorzugen Schweine altersabhängig Bereiche, die deutlich dunkler als 40 Lux sind (TAYLOR et al., 2006). Eine unangemessene Beleuchtung (Dauer und Helligkeit) kann Störungen der Tag-Nacht-Rhythmik (MEYER et al., 2015) oder ein Ansteigen der Aktivität (SMITH, 1985) und Unruhe der Tiere auslösen. Verbunden mit dem Lichtwechsel im Stall bestimmen Fütterungszeiten und routinemäßige Arbeiten die Periodik und Intensität von Aktivitätsverhalten. So hat das Licht einen entscheidenden Einfluss auf die Futteraufnahmezeit (MARX et al., 1988; FEDDES et al., 1989). Dieser Effekt ist größer als der Einfluss der Temperatur, denn erst mit Einschalten des Lichtes werden die Tiere aktiv und nehmen Futter auf. Mit dem Ausschalten des Lichtes sinken die Aktivität und die Futteraufnahme. Bei geringerer Lichtintensität war die Futteraufnahme von Aufzuchtferkeln höher als bei hoher Lichtintensität. Mit Blick auf Leistung und Tierverhalten müssen die Lichtphasen nicht zusammenhängend sein. Ruhe- und Aktivitätsverhalten sowie die Futteraufnahme von Aufzuchtferkeln sind nicht anders, wenn ein 8 Stunden Lichttag 4-mal um jeweils 2 Stunden unterbrochen wird (MILLMANN et al., 2005).

Autoren: Dr. E. Meyer und Marleen Paulick, Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie; Abteilung 7 Referat 74, E-Mail: eckhard.meyer@smekul.sachsen.de marleen.paulick@smekul.sachsen.de
Telefon: 034222 46 2208; Redaktionsschluss: 21.10.2022; Internet: www.smul.sachsen.de/lfulg,

Untersuchungen mit farbigem Licht

Frühe Untersuchungen haben gezeigt, dass die Belichtung im farblichen Wellenlängenbereich von 380 bis 580 nm liegen sollte (Abbildung 1). Die Tiere haben als Dichromaten eine anatomisch begrenzte Fähigkeit Farben, und zwar nur im Spektrum von grün und blau, wahrzunehmen (DLG, 2017). Fraglich ist, inwiefern Gelbtöne wahrgenommen werden können. Beurteilt von der Anatomie des Auges scheint sicher, dass die Farbe Rot wie eine Art Grauton wahrgenommen wird. Das wird in Verhaltensexperimenten, die versuchen sich dem subjektiven Farbwahrnehmungsvermögen zu nähern (EGUCHI et al., 1997), bestätigt. So wurden Wildschweine darauf konditioniert unterschiedliche Farben zu unterscheiden. Die Wildschweine konnten in Tests offensichtlich zwischen Blau und Grau unterscheiden, aber Rot und Grau konnten sie nicht differenzieren. Sie unterschieden auch Grün nicht so deutlich von Grau wie Blau von Grau. Bei Unterscheidungstests, die durch Abstufung von grünem Gelb in rotes Purpur erzeugt wurden, konnten Blau, Purpurbau und einen Teil von Purpur klar von Grau unterschieden werden. Demnach können Wildschweine am besten bläuliche Farben erkennen. Dagegen werden Farben, die sich Grün oder Gelb nähern, weniger gut erkannt. Rot kann überhaupt nicht von Grau unterschieden werden. Es stellt sich demnach die Frage, inwiefern diese Ergebnisse auf Hausschweine übertragbar sind. In Versuchen bevorzugten Aufzuchtferkel in abnehmender Reihenfolge blaue Futterautomaten vor roten und gelben Futterautomaten (KLOCEK et al., 2016). In anderen Versuchen wirkt sich blaues Licht positiv auf ein ruhigeres Tierverhalten aus (ANONYM, 2021) oder führt zu besseren (1,5 Tage kürzere Mast, geringerer Futteraufwand, 0.62 % besserer MFA) Mast- bzw. Schlachtleistungen (WROBLEWSKI und MEYER, 2003). In Wahlversuchen zwischen warm- und kalt- bzw. tageslichtweißem Licht (3.000 K vs. 6.500 K) bevorzugten Ferkel in der ersten Aufzuchtwoche warmweißes Licht zum Fressen, später präferieren sie tageslichtweißes Licht (GOETZ, 2021). Mastschweine liegen mehr (5 bis 9 %) in kalt weiß gegenüber warm weiß beleuchteten Buchten (OPERDECK et al., 2020) oder nehmen bei warmweißen Licht etwas mehr Futter auf (GLATZ, 2001). Nach eigenen Untersuchungen provoziert kalt weißes Licht eine Art „Schlagschatteneffekt“, der gleichzeitig zu hellen und dunklen Bereichen in der Bucht führt und gemessen an den Integumentverletzungen die Schweine mehr aktiviert oder irritiert als warmweißes Licht.

Material und Methoden

Die Datenerhebungen erfolgten über 16 Versuchsdurchgänge (09/19 bis 12/20) mit 2.492 Einzeltieren während einer 5-wöchigen Ferkelaufzucht in der Lehrwerkstatt Schwein (LWS) des Lehr- und Versuchsgutes Köllitsch (LVG). Alle untersuchten Ferkel stammten aus einer Kreuzung der BHZP Mutterlinie db. Viktoria sowie dafür vorgesehenen Pietrain-Endstufenebern (db.77®). Nach durchschnittlich etwas über 27 Tagen Säugezeit wurden die Ferkel abgesetzt, gewogen und randomisiert auf die 8 Buchten jeweils eines Ferkelaufzuchtteils aufgeteilt. Ein Mittelgang teilt jedes Abteil räumlich in 2-mal 4 Buchten. Für die Versuchsdurchführung wurden zwei der drei vorhandenen Ferkelaufzuchtteile mit LED-Lichtleisten (Zeus) der Firma Big Dutchman ausgestattet. Die Beleuchtung wurde über den Buchtentrennwänden angebracht. Jede Lichtleiste besteht aus 4 LED-Leuchten, welche jeweils die Farben blau, grün, rot oder kaltweiß generierten. Zusätzlich wurden in allen 4 Leuchten LEDs für warmweißes Licht integriert. Mithilfe des außerhalb der Abteile angebrachten Steuercomputers kann

Autoren: Dr. E. Meyer und Marleen Paulick, Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie; Abteilung 7 Referat 74, E-Mail: eckhard.meyer@smekul.sachsen.de marleen.paulick@smekul.sachsen.de
Telefon: 034222 46 2208; Redaktionsschluss: 21.10.2022; Internet: www.smul.sachsen.de/lfulg,

so jede einzelne Leuchte und damit Lichtfarbe ausgewählt und zu vorgesehenen Zeiten eingeschaltet werden. Es wurde je Aufzuchtdurchgang jeweils nur eine Lichtfarbe (rot, grün oder blau) in ihrem Effekt auf das Tierverhalten im Vergleich zu kalt- oder warmweißem Licht getestet. Dazu wurden jeweils die vier Buchten links und rechts des Bewirtschaftungsganges des Abteils entweder farbig oder kalt- bzw. warm weiß beleuchtet. Aufgrund der physikalischen Eigenschaften von LED-Licht gelang so eine weitgehend einseitige buchtenbezogene Beleuchtung mit farbigen oder nicht farbigem Licht. In der Zeit von 6 – 8 Uhr sowie von 16 – 18 Uhr wurde durch Steigerung bzw. Abnahme der Lichtintensität (von 0 auf 100 % bzw. umgekehrt) ein Sonnenaufgang oder ein Sonnenuntergang simuliert. In der Zwischenzeit blieb die Lichtintensität durchgehend bei 100 %. Die Fenster der Abteile wurden nicht verdunkelt. Die einzelnen Buchten unterlagen so einem unterschiedlichen Einfluss des Tageslichtes über die Fenster. Der Einfluss des Tageslichtes, der für das Verständnis der nachfolgend diskutierten Effekte wichtig ist, wurde geschätzt (Abbildung 4). Tabelle 3 stellt die im Versuch mithilfe eines sogenannten Luxmeter festgestellten Beleuchtungsstärken und Farbtemperaturen im Mittel der untersuchten Versuchs- und Kontrollgruppen zusammen.

Tabelle 3 Mittlere Beleuchtungsstärken und Farbtemperaturen in Versuch und Kontrolle

		warm weiß	rot	grün	blau
mittlere Beleuchtungsstärke	[Lux]	238	163	140	72
mittlere Farbtemperatur	[Kelvin]	3.347	2.705	6.064	nicht plausibel

Während der 5 Wochen Ferkelaufzucht wurden 2-mal wöchentlich Verhaltens- und Gesundheitsbonituren durchgeführt. Diese umfassten die buchtenweise Einschätzung des Gruppenverhaltens bzw. der Gruppenaktivität in 4 Kategorien. Einzeltierbezogen wurden Tätertiere gesucht und ihre Täterintensität bewertet. Ebenfalls wurden bei allen Tieren nekrotische Veränderungen bzw. Verletzungen an Ohren und Schwänzen bonitiert sowie eine Bewertung des Integuments vorgenommen. Hierbei wurde die Anzahl und Tiefe der Verletzungen der Körperoberfläche (Schrammen) am Ende der Aufzuchtphase subjektiv jeweils von immer derselben Person eingeschätzt.

Tabelle 4 Erfassung der kategorischen Merkmale, Boniturschlüssel

Kategorien	Gruppenaktivität	Täterintensität	Verhalten bei Betreten der Bucht	Nekrosen an Ohren/Schwanz	Verletzungen an Ohren/Schwanz	Integument
1	Überwiegend Ruheverhalten, keine Aktivität	unauffällig	sehr zurückhaltend, ängstlich	keine Veränderung	keine Veränderung	unversehrt
2	Normalverhalten (fressen, spielen, erkunden, ruhen, ausscheiden)	spielerisch	vorsichtig annähernd (innerhalb 30 sec)	Rötung, Schwellung	kleine Läsionen, trockene Grinde	wenige und kleine Schrammen
3	unruhiges, teils rüdes Verhalten zwischen Buchtenpartnern mit vereinzelt auftretendem manipulierenden Verhalten	gerichtet, intensiv	neugierig herantretend (innerhalb 10 sec)	Entzündung und beginnendes Absterben von Gewebe	größere Läsionen, frische blutige Verletzungen	viele bzw. wenige große Schrammen
4	aggressives und vermehrt manipulierendes/verletzendes Verhalten zwischen den Buchtengenossen	zwanghaft	forsch, aggressiv (sofortiges Beknabbern, Beißen und Zerren)	Absterben von Gewebe mit deutlichem Teilverlust	deutlich abgefressenes Gewebe mit Stückverlust, i. d. R. entzündet und blutend	tiefe Schrammen, große Bisswunden

Zusätzlich wurden weitere gesundheitliche Beeinträchtigungen wie z. B. Durchfall, Lahmheit und Nabelbrüche dokumentiert. Bei der Verrechnung der biologischen Leistungen wurde eine Korrektur auf das individuelle Einstallgewicht sowie die Durchgangseffekte nach folgendem Modell vorgenommen:

$$y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \varepsilon_{ijk}$$

y_{ijk} = Messwert des untersuchten Merkmals für das ij-te Tier

μ = Mittelwert für das untersuchte Merkmal

α_i = Effekt der Lichtfarbe

β_j = Durchgangseffekt

ε_{ijk} = Restfehler.

Die kategorischen und subjektiv erfassten Boniturdaten wurden mit Hilfe eines Chi-Quadrat-testes (χ^2 -Test) geprüft und ausgewertet. Alle Beobachtungen fanden i. d. R. zwischen 9:30 Uhr und 11:30 Uhr, also während der Aktivitätsphase am Vormittag, statt. Diese ist etwas kürzer aber in etwa gleich intensiv wie die Aktivitätsphase am Nachmittag (MARX et al., 1988). Besonderer Wert wurde daraufgelegt, dass die Verhaltensmerkmale der Ferkel möglichst unbeeinflusst von der Anwesenheit des Beobachters erfasst werden konnten. Dazu waren ein ausreichend zeitlicher Aufenthalt (vor und während der Beobachtungen) sowie ruhige langsame Bewegungen der geschulten Beobachterin im Abteil erforderlich.

Autoren: Dr. E. Meyer und Marleen Paulick, Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie; Abteilung 7 Referat 74, E-Mail: eckhard.meyer@smekul.sachsen.de marleen.paulick@smekul.sachsen.de
Telefon: 034222 46 2208; Redaktionsschluss: 21.10.2022; Internet: www.smul.sachsen.de/lfulg,

Ergebnisse und Diskussion

In den untersuchten 16 Versuchsdurchgängen wurde das Verhalten von knapp 2.500 Ferkeln ausgewertet und dabei eine eher ansteigende Tendenz der Tiere zur Entwicklung von Verhaltensstörungen („Grundspannung“) festgestellt. Darin enthalten sind vermutlich gesundheitliche Einflüsse, die durch saisonale Effekte (Außenklima, Licht und Temperatur) verstärkt oder abgeschwächt werden. Eine Schwäche des Versuchsaufbaus für die Qualifizierung der möglichen Lichteffekte ist, dass die einzelnen Spektralfarben nicht zeitgleich, sondern nacheinander geprüft wurden. Die störenden Durchgangseffekte lassen sich statistisch nur eingeschränkt sicher korrigieren. Eine Korrektur wurde mit dem verwendeten Programmpaket (SPSS) soweit wie möglich durchgeführt. Im Ergebnis kann ein signifikanter zeitlicher Effekt auf die Entwicklung dieser Tendenz zu Unruhe und Aggressivität innerhalb der Durchgänge dargestellt werden.

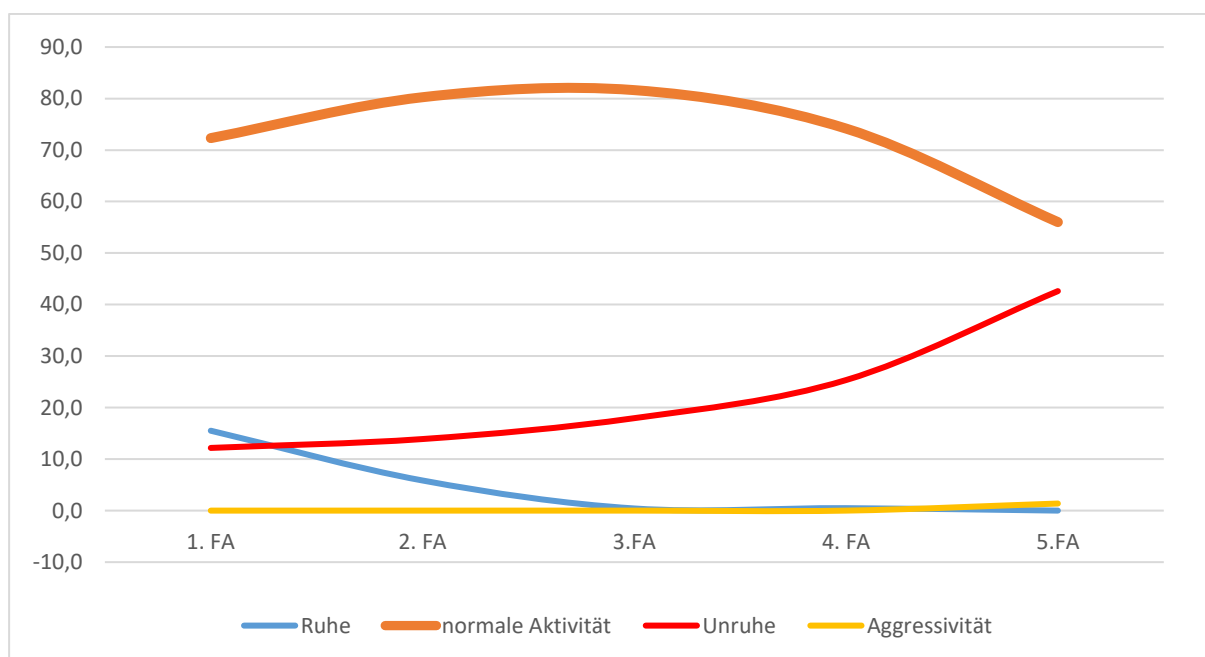


Abbildung 3 Relative Entwicklung der subjektiv erfassten Verhaltenskategorien

So wie in vorangegangenen Studien (MEYER et al., 2015) entwickelt sich auch hier das größte Risikozeitfenster im letzten Drittel der Ferkelaufzucht unter dem Eindruck einer das Verdauungsvermögen übersteigenden Futteraufnahme. Das Risiko kann vom Fütterungsverfahren verstärkt oder vermindert werden (MEYER und HENKE, 2019). In diesem Zeitfenster wird eine Verhaltenstendenz mit zunehmender Unruhe und abnehmender Normalaktivität beobachtet. Wie Abbildung 3 zeigt, wird in der vorliegenden Untersuchung keine Entwicklung des Aggressionsverhalten festgestellt. Verhaltensstörungen entstehen somit eher aus einer Hyperaktivität, d. h. fehlgeleitetem Sozialverhalten. Sie sind weniger die Folge von Aggressionsverhalten, was als finale Steigerungsstufe dieses Aktivitätsverhaltens zusehen ist. Die Tendenz entspricht den Beobachtungen älterer Literatur (MARX et al., 1988), die bezogen auf den 24-Stunden-Aktivitätsrhythmus in der dritten und vierten Aufzuchtwoche mehr aktive Ferkel beobachten als in der ersten und zweiten Woche nach dem Absetzen. Die Autoren sehen darin eine Art Anpassung der Ferkel an die gegenüber der Säugezeit unterschiedlichen Haltungsverhältnisse. Diese erfolgt vor allem bei strohloser Haltung, nicht aber auf eingestreuten Festflächen.

Autoren: Dr. E. Meyer und Marleen Paulick, Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie; Abteilung 7 Referat 74, E-Mail: eckhard.meyer@smekul.sachsen.de marleen.paulick@smekul.sachsen.de
Telefon: 034222 46 2208; Redaktionsschluss: 21.10.2022; Internet: www.smul.sachsen.de/lfulg,

In den Untersuchungen vor über 30 Jahren waren in dem hier fokussierten Zeitfenster am Vormittag weit weniger als 50 % der Ferkel aktiv. Somit haben wir es heute tatsächlich mit einer „gesteigerten Grundspannung“ und Tendenz zur Hyperaktivität zu tun. Die Ferkel sind heute aktiver und tendieren im Verlauf der Aufzucht stärker zu unruhigem Verhalten (Abbildung 3). Daraus kann Fehlverhalten entstehen, insbesondere dann, wenn ein wichtiger das Wohlbefinden der Tiere beeinflussender Faktor fehlt (MEYER und HENKE, 2019). Licht beeinflusst die Aktivität der Schweine, ist somit als sozialer Taktgeber zu sehen (ANDERSSON et al., 1998) und kann zu unterschiedlicher Aktivität der Tiere führen (GÖTZ et al., 2015). Aus der Aktivität heraus entwickeln sich die Futteraufnahme, aber auch mögliche Integumentverletzungen. Zur Bewertung von Lichteffekten sind die unterschiedlichen Eigenschaften Photoperiode (h bzw. min), Beleuchtungsstärke (Lux), Spektralfarbe (nm) und Farbtemperatur (K) voneinander zu trennen. Farbige Licht ist zunächst weniger hell und so werden in den mit farbigem Licht ausgestatteten Buchten mit durchschnittlich 125 Lux etwa 100 Lux weniger gemessen, als in den Buchten mit warmweißem Licht. Gleichwohl wirkt farbiges Licht dunkler als weißes Licht und kaltweißes Licht heller als warmweißes (Tabelle 3). Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Helligkeit von farbigem Licht mit den zur Verfügung stehenden Messgeräten (Luxmeter) möglicherweise gar nicht genau darstellbar ist. Die absolute Höhe der Messwerte wird gleichzeitig stark von der Nähe der Buchten zum natürlichen Licht (Fenster) beeinflusst, denn das Tageslicht hat in den relativ kleinen Abteilen einen erheblichen Einfluss. Das drückt sich offensichtlich in der körperlichen Entwicklung (MTZ g) der Ferkel aus (Abbildung 4). Die absolut helleren Fensterbuchten sind aber offensichtlich dann überlegen, wenn der Rest des Abteils vergleichsweise dunkel ist (Tabelle 3). Die gefundene Rangierung kann somit eine Folge der absoluten Helligkeit, des Farbspektrums oder der Farbtemperatur des Lichtes sein. Einerseits sind die Buchten bei blauem oder grünem Licht vergleichsweise dunkel, andererseits enthält das Vollspektrum des Tageslichtes bereits einen hohen Blau- oder Grünanteil. Das ist bei künstlichem Licht viel weniger bis gar nicht der Fall.

Es ist aber keinesfalls klar, ob die Beleuchtungsstärke durchweg positiv auf die Futteraufnahmemenge wirkt. Die dämmerungsaktiven Hausschweine zeigen im Gegenteil, in den Abendstunden die höchste Aktivität und die Aufzuchtferkel nehmen bei farbigem Licht mehr Futter auf oder sie bevorzugen dunklere Buchtenbereiche zur Futteraufnahme (MÜLLER, 2019). Das gilt möglicherweise aber nur, wenn dieses eine Mindesthelligkeit nicht unterschreitet. Die festgestellten täglichen Zunahmen sind in den beiden Fensterbuchten mit 471 g (bei 452 Lux) mit deutlich helleren Buchten signifikant höher (**) und am Ende der Aufzucht 900 g schwerer als in den 6 nicht unmittelbar dem Fenster zugeordneten Buchten (448 g bei vs. 123 Lux). Das spricht für höhere Aktivität bei mehr Licht, denn die Futteraufnahme entwickelt sich aus der Aktivität der Ferkel heraus. Gleichwohl können unterschiedliche Helligkeitsgrade möglicherweise auch eine nicht ganz gleich objektive Bonitur zur Folge haben.

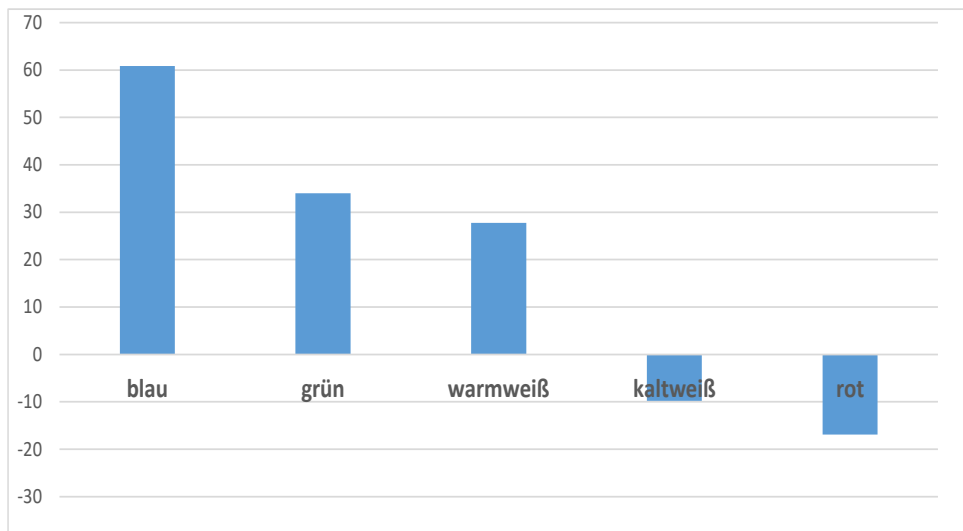


Abbildung 4 Überlegenheit der Fensterbuchten in den täglichen Zunahmen [g] gegenüber den „Nicht“-Fensterbuchten bei unterschiedlicher Lichtfarbe

Die Anzahl an Ferkeln mit agonistischem Verhalten kann jedoch nicht mit der Exposition zum Fenster in Verbindung gebracht werden. Es werden in den viel helleren Fensterbuchten gut 0,5 Ferkel mit agonistischem Verhalten ausgezählt, in den dunkleren „nicht Fensterbuchten“ sind es mit knapp 0,7 zumindest nicht weniger (Tabelle 5). Die Werte sind mit .08 nicht signifikant voneinander verschieden. Es ist also nicht die Helligkeit, die in Buchten in Fensternähe mehr Tätertiere auffällig werden lässt (MEYER et al., 2015), sondern eher die damit verbundene Umgebungstemperatur (MEYER, 2008). Gleichwohl geht vom eingesetzten farbigen Licht eine Beeinflussung des Aktivitätsverhaltens aus (Abbildung 5).

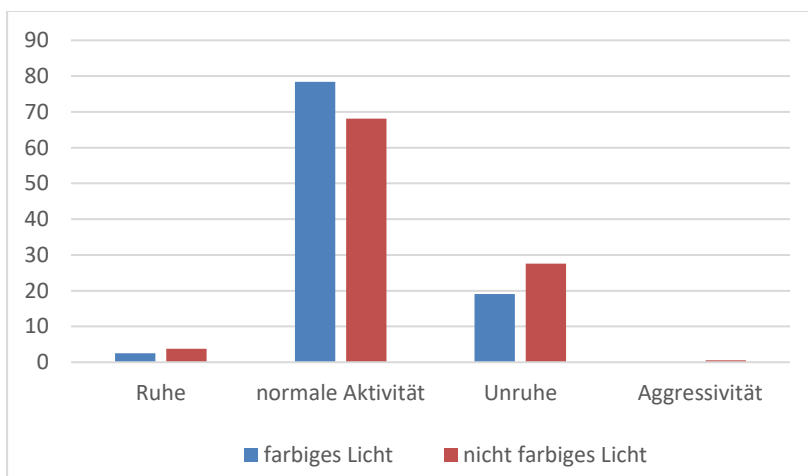


Abbildung 5 Bewertung der Aktivität der Ferkel bei unterschiedlichem Licht

Mit Ausnahme des blauen Lichtes steigt die Anzahl beobachteter Ferkel mit agonistischem Verhalten entsprechend der Farbtemperatur von rotem bis hin zu kaltweißem Licht (Tabelle 5). Kaltweißes Licht mit einer Farbtemperatur von über 5.000 Kelvin wird für Arbeitsstätten vorgesehen und von der Beleuchtungsindustrie als aktivitätsanregend eingestuft. Somit könnte weniger intensiv erscheinendes Licht auch weniger Aktivität bedeuten (SMITH, 1985).

Autoren: Dr. E. Meyer und Marleen Paulick, Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie; Abteilung 7 Referat 74, E-Mail: eckhard.meyer@smekul.sachsen.de marleen.paulick@smekul.sachsen.de
Telefon: 034222 46 2208; Redaktionsschluss: 21.10.2022; Internet: www.smul.sachsen.de/lfulg,

Das ist aber nicht der Fall. Gemessen an der Beleuchtungsstärke werden in den viel helleren Fensterbuchten nicht mehr Tiere mit agonistischem Verhalten beobachtet.

Sofern Hausschweine mit dichromatischem Sehvermögen wie Wildschweine am besten bläuliche Farben erkennen, dagegen schon weniger gut Farben, die sich Grün oder Gelb nähern, und Rot überhaupt nicht von Grau unterscheiden können (EGUCHI et al., 1997), erscheint das rote Licht unabhängig von der Farbwahrnehmung für die Tiere möglicherweise beruhigend. Es ist kein Effekt der Beleuchtungsstärke, denn mit der zur Verfügung stehenden Messtechnik werden bei rotem LED noch die höchsten Helligkeitswerte von 163 Lux aller farbigen Lichtquellen gemessen werden. Es muss allerdings in Frage gestellt werden, inwiefern es technisch überhaupt möglich ist die Beleuchtungsstärke farbigen Lichtes mit der Messtechnik für weißes Licht zu bestimmen.

Tabelle 5 Anzahl Ferkel mit agonistischem Verhalten

Lichtfarbe	n Tiere/Bucht	SE	Tukey < 5 %
rot	0,4	,098	a
blau	0,5	,094	a
grün	0,5	,096	a b
warm weiß	0,7	,048	a b
kaltweiß	0,9	,099	b

Die Lichttemperatur nimmt physikalisch gesehen von Rot über Grün zu Warmweiß, Kaltweiß und blauem Licht zu, während die Wellenlänge abnimmt (Abbildung 1). Obwohl blaues und rotes Licht also jeweils Extreme hinsichtlich der Lichttemperatur darstellen, werden bei Verrechnung über alle Durchgänge hinweg in gleicherweise weniger Ferkel mit agonistischem Verhalten ausgezählt. Das entspricht vordergründig den Ergebnissen der Verhaltensexperimente in der Literatur. WROBLEWSKI und MEYER (2003) sowie ANONYM (2021) stellen bei blauem gegenüber weißem Abteillicht ebenfalls einen positiven Effekt auf Leistung und Tierverhalten oder eine Bevorzugung von blauen Automaten fest (KLOCEK et al., 2016). Dabei ist aber dringend zu beachten, dass es in der vorliegenden Untersuchung einen Durchgangseffekt im Hinblick auf die Tendenz zu Verhaltensstörungen gibt, der größer ist als der Effekt der Lichtfarbe oder Lichttemperatur. In den späteren Durchgängen war die Tendenz zu Fehlverhalten deutlich höher, so dass das zuletzt geprüfte kaltweiße Licht und damit auch die Kontrolle mit warmweißen Licht eher schlechter bewertet wird. Das bestätigt auch das Niveau der als aggressiv eingestuften Tiere im Vergleich von warm- und kaltweißem Licht. Dieser zeitliche Effekt wird mithilfe des verwendeten Modells bei den Ergebnissen der Tabelle 5 korrigiert. Es bleibt trotzdem zweifelhaft, ob das vollständig möglich ist.

Im direkten Vergleich der biologischen Leistungen zwischen den Zeitgefährten werden z. T. gerichtete Unterschiede beobachtet, die sich mit der Rangierung im Hinblick auf die Anzahl beobachteter „Störenfriede“ in den Gruppen decken. Die Futteraufnahme je Tier und Tag oder die täglichen Zunahmen sind tendenziell oder z. T. signifikant besser in den Gruppen mit farbigem (insbesondere grünem Licht) gegenüber warmweißem Licht und bei warmweißem gegenüber kaltweißem Licht. Bei rotem und bei grünem Licht wird ein etwas höherer Futterverbrauch gegenüber den Gruppen mit warmweißen Licht festgestellt. Gleichwohl ist im direkten Vergleich von Versuch und Kontrolle der Futterverbrauch bei warmweißen noch etwas höher

Autoren: Dr. E. Meyer und Marleen Paulick, Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie; Abteilung 7 Referat 74, E-Mail: eckhard.meyer@smekul.sachsen.de marleen.paulick@smekul.sachsen.de
Telefon: 034222 46 2208; Redaktionsschluss: 21.10.2022; Internet: www.smul.sachsen.de/lfulg,

als bei kaltweißem Licht. Die Unterschiede im Futterverbrauch führen aber nur bei dem grünen Licht zu signifikant höheren Zunahmen. Gleichzeitig ist der festgestellte Futteraufwand beim Einsatz von farbigem Licht tendenziell eher etwas schlechter, was auf höhere Futterverluste hindeutet. Ferkel neigen mehr als ältere Schweine dazu, das Futter als Beschäftigungsmaterial zu missbrauchen. Das deutet darauf hin, dass sich die Ferkel unter dem Eindruck von farbigem Licht etwas mehr mit dem Futter und weniger mit dem Sozialpartner beschäftigen.

Tabelle 6 Biologische Leistungen im direkten Vergleich

	blau	w.weiß		rot	w.weiß		grün	w.weiß		w.weiß	k.weiß	
n	310	300	Tukey < 5 %	301	301	Tukey < 5 %	306	301	Tukey < 5 %	302	302	Tukey < 5 %
Einstallgewicht [kg]	7,78	7,73	n. s.	8,25	8,19	n. s.	7,60	7,70	n. s.	7,99	7,89	n. s.
tägl. Zunahme 35 d [g]	486	480	n. s.	455	456	n. s.	428	404	a, b	475	466	n. s.
Ausstallgewicht [kg]	25,7	25,4	n. s.	24,3	24,3	n. s.	22,5	21,8	n. s.	24,8	24,4	n. s.
Futterver- brauch/T/T*	[g]	810	806	930	920		737	720		816	810	
Futteraufwand [1:]	1,68	1,69		2,2	2,1		1,75	1,73		1,72	1,74	

* keine tierindividuelle Erfassung, statistische Prüfung im Gruppenhaltungsversuch nicht zulässig

Der in der vorliegenden Untersuchung beobachtete Trend bestätigt die Hinweise der Literatur, in der beim Einsatz von farbigem Licht (im Spektrum des Wahrnehmungsvermögens der Tiere) bessere Mastleistungen (WROBLEWSKI und MEYER, 2003) als bei weißem Licht und eine etwas höhere Futteraufnahme bei warmweißem Licht gegenüber kaltweißem Licht (3.000 K vs. 6.500 K) beobachtet wird (GLATZ, 2001, GOETZ, 2021). Darüber hinaus werden in der vorliegenden Untersuchung bei dem auch farblich wahrnehmbaren blauem Licht signifikant weniger Verletzungen und Nekrosen an Ohren und Schwänzen beobachtet, was die Theorie einer eher beruhigenden Wirkung bestätigt (ANONYM, 2021). Dagegen ist die Frequenz der beobachteten Schwanz- und Ohrnekrosen bei rotem Licht sogar hochsignifikant erhöht. Das bestätigt die Theorie eines Einflusses auf das Futteraufnahmeverhalten (MÜLLER, 2019).

Tabelle 7 Verletzungen und nekrotische Veränderungen an Ohren und Schwänzen

		blau	w.weiß	rot	w.weiß	grün	w.weiß	k.weiß	w.weiß
untersuchte Buchten	[n]	152	152	140	140	148	148	136	136
Verletzungen (Schwanz, Ohren)	[%]	1	5	3	1	1	1	9	10
Nekrosen (Schwanz, Ohren)	[%]	2	10	18	6	9	6	8	13
Signifikanz		.054/.004		n. s./0.001		n. s./n. s.		n. s./n. s.	

Ferkel, die sich weniger mit dem Sozialpartner (Tabelle 5) und mehr mit dem Futter befassen (Tabelle 6), verstärken die Gefahr einer Futteraufnahme, die in dem sensiblen Zeitfenster zum Ende der Aufzucht das Verdauungsvermögen überfordert. Dadurch wird das Risiko von nekrotischen Veränderungen peripherer Organe des Körpers erhöht. (Tabelle 7). Zu berücksichtigen ist aber auch das zwischen den Durchgängen unterschiedliche Gesundheitsniveau. So korreliert der in Tabelle 7 dargestellte Futteraufwand auch ein Stück weit mit dem gesundheitsbedingten Verlustniveau. Der Futterverbrauch aller Ferkel wurden Tag genau abgerechnet. In den Versuchsgruppen mit roter Beleuchtung lag das Abgangsniveau (Abgänge = gestorbene

Autoren: Dr. E. Meyer und Marleen Paulick, Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie; Abteilung 7 Referat 74, E-Mail: eckhard.meyer@smekul.sachsen.de marleen.paulick@smekul.sachsen.de
Telefon: 034222 46 2208; Redaktionsschluss: 21.10.2022; Internet: www.smul.sachsen.de/lfulg,

und selektierte Ferkel) mit 3,5 % über dem Durchschnitt des gesamten Versuches von 2,8 %. In den Versuchsgruppen mit blauem und grünem Licht lag er mit 0,95 % bzw. 2,5 % darunter.

Zusammenfassung und Ausblick

In einem Versuch mit insgesamt 15 Wiederholungen (16 Durchgänge) wurde während einer 5-wöchigen Ferkelaufzucht mit 2.492 Einzeltieren der Einfluss unterschiedlicher über LED eingestellter Farbspektren des Lichtes (Rot, Grün, Blau, Kaltweiß) im Hinblick auf Tiergerechtigkeit, körperliche Unversehrtheit und Leistung im Vergleich zu warmweißem Licht geprüft. Es kann eine direkte Wirkung von farbigem Licht auf das Aggressionsverhalten und zum Teil auch auf die Zunahmeleistung bestätigt werden. Farbiges Licht führt zu etwa 10 % weniger hyperaktiven Ferkeln, wobei in Haltungssystemen mit rotem und blauem Licht signifikant weniger Ferkel mit agonistischem Verhalten ausgezählt werden. Mit Ausnahme von blauem Licht sinkt die Aggressivität der Tiere mit der Farbtemperatur von kaltweißem zu rotem Licht. Dieser positive Effekt drückt sich auch in tendenziell oder signifikant etwas höherer Futteraufnahme und täglichen Zunahmen aus und ist bei grünem Licht signifikant. Bei blauem Licht dagegen werden weniger Ferkel mit Schwanz- oder Ohrverletzungen ausgezählt. Insbesondere Rot bewirkt eine zunächst positiv zu sehende, eher stärkere Orientierung auf das Futter und lenkt die Ferkel etwas ab vom Sozialpartner. Je nach Gesundheitsniveau und Futteraufnahmeniveau kann dadurch jedoch das Risiko von nekrotischen Veränderungen sogar verstärkt werden. Es kann aber nicht sicher gesagt werden, ob die beobachteten Effekte eine Folge des Farbspektrums, der Temperatur des Lichtes oder auch nur der Beleuchtungsstärke in den Buchten sind. Einflüsse von blauem und z. T. auch grünem Licht werden anders als bei rotem Licht von Effekten der Beleuchtungsstärke offensichtlich überlagert. In weiteren Untersuchungen ist genauer als im vorliegenden Versuch zu prüfen, welche Rolle das Vollspektrum des Tageslichtes spielt.

Es bleibt festzuhalten, dass unterschiedliche physikalische Eigenschaften des Lichtes zu nutzen sind, um Haltungssysteme tiergerechter zu gestalten. Die moderne LED-Technologie spart nicht nur Energie, sondern hat ein Potential andere physikalische Eigenschaften (Farbe, Temperatur und Helligkeit) des Lichtes zu nutzen. Es gilt aber Wärme- und Lichtwirkung voneinander zu trennen. Für die Haltungssysteme der Zukunft kann es sinnvoll sein, die Funktionsbereiche nicht nur mit unterschiedlicher Beleuchtungsstärke, sondern auch mit unterschiedlich farbigem Licht auszustatten. Zunächst sollte der Ruhebereich hinsichtlich der Beleuchtungsstärke und Photoperiode eher weniger hell beleuchtet werden, damit Tiefschlafphasen unterstützt werden. Es gibt erste Hinweise, dass die zunehmende Unruhe der Tiere mit einer nicht ausreichenden Schlafqualität zu tun hat. Dafür spricht auch, dass Effekte auf die Melatonin-Ausschüttung erst bei einem Beleuchtungsniveau (> 1.000 Lux) zu erwarten sind wie sie unter den Haltungsbedingungen konventioneller Warmställe technisch schwer umsetzbar und auch nicht sinnvoll sind. Haltungssysteme, die zukünftig Außenklimareize ermöglichen sollen, könnten Verbesserungen bringen. Im Warmstall bzw. Innenbereich sind auf dem dafür technisch machbaren Niveau durchaus geringere Beleuchtungsniveaus, auch mit farbigem Licht in den unterschiedlichen Funktionsbereichen sinnvoll.

Autoren: Dr. E. Meyer und Marleen Paulick, Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie; Abteilung 7 Referat 74, E-Mail: eckhard.meyer@smekul.sachsen.de marleen.paulick@smekul.sachsen.de
Telefon: 034222 46 2208; Redaktionsschluss: 21.10.2022; Internet: www.smul.sachsen.de/lfulg,

Literatur

ANDERSSON, H., L. RYDHMER, K. LUNDSTRÖM, M. WALLGREN, K. ANDERSSON und M. FORBERG (1998): „Influence of artificial light regimens on sexual maturation and boar taint factors in entire male pigs.“ Anim. Reprod. Sci. 51, 1 – 43.

ANONYM (2021): „Lighting to stop Biting“, Greengage Agritech, www.susonline.de.

BALDWIN, B. A. und I. B. START (1985): „Illumination preferences of Pigs“, in Applied Animal Behaviour Science.

DALMAU, A., P. LLONCH und A. VELADRE (2009): Pig Vision and Management/Handling, https://www.pig333.com/articles/pig-vision-and-management-handling_981.

DLG MERKBLATT 420: „Beleuchtungstechnik für Schweineställe“, 4. AUFLAGE 2017.

DELABBIO, J. (2014): „The science of swine vision“, veröffentlicht auf Website von Once Inc.: <https://www.once.lighting/>.

EGUCHI, Y., H. TANIDA, T. TANAKA und T. YOSHIMOTO (1997): Color discrimination in wild boars. Journal of Ethology 1, 15, 1 - 7.

FEDDES, J. J. R., B. A. YOUNG und J. A. DESHAZER (1989): „Influence of Temperature and Light on Feeding Behaviour of Pigs“. Appl. Anim. Behav. Sci. 23, S. 215 - 222.

FLEGLER, J., B. BEINLICH, K. VAN RHEMEN, H. KÖSTERMEYER, B. T. HILL und L. A. BECK (2005): Untersuchungen zur Raum – Zeit – Nutzung, Tagesaktivität und Nahrungswahl extensiv gehaltener Weideschweine. In: NEU-GEBAUER, K. R., BEINLICH, B., POSCHLOD, P. (Hrsg., 2005): Schweine in der Landschaftspflege – Geschichte, Ökologie, Praxis – NNA – Berichte 18. Jg., H. 2. Schneverdingen. S. 58 – 67.

GLATZ, P. (2001): „Effect of Different Lightning Sources on Behaviour and Growth of Weanling Pigs“, in Asian Australasian Journal of Animal Science.

GÖTZ, (2015): MLU Halle-Wittenberg: „Effects of light intensity on rhythmicity of body core temperature and body lesion scores in growing pigs.

GÖTZ, S. (2021): „Ferkel bevorzugen warmes Licht“, SUS 1/2021, www.susonline.de

KLOCEK, C., J. NOWICKI, B. BRUDZISZ und M. PABIAŃCZYK (2016): Colour preferences in pigs, Scientific Annals of Polish Society of Animal Production - Vol. 12 (2016), No 4, 123 - 129.

LESSARD, M., F. BEAUDOIN, M. MÉNARD, M. P. LACHANCE, J. P. LAFOREST und C. FARMER (2012): „Impact of a long photoperiod during lactation on immune status of piglets“, J. Anim Sci. 2012 Oct;90 (10):3468-76. doi: 10.2527/jas.2012-5191. Epub 2012 Jun 4.

MACK, A.-C., M. WISEMAN und J. UNSHELM (2003): "Bestimmung des Lichtbedarfes von Schweinen in intensiven Haltungsverhältnissen über die Circadiane Rhythmik des Lichtabhängigen Hormons Melatonin", Institut für Tierhygiene, Verhaltenskunde und Tierschutz der Tierärztlichen Fakultät der LMU München.

MARX, D., M. BUCHHOLZ und R. MERTZ (1988): Beziehungen zwischen Haltungstechnik und Tagesrhythmus bei frühabgesetzten Ferkeln. Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung 1987, KTBL - Schrift 323, KTBL, Darmstadt, S. 9 - 35.

Autoren: Dr. E. Meyer und Marleen Paulick, Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie; Abteilung 7 Referat 74, E-Mail: eckhard.meyer@smekul.sachsen.de marleen.paulick@smekul.sachsen.de
Telefon: 034222 46 2208; Redaktionsschluss: 21.10.2022; Internet: www.smul.sachsen.de/lfulg,

- MEYER, E. (2008): Wasserverbrauch von Mastschweinen bei unterschiedlicher Lichtexposition https://www.landwirtschaft.sachsen.de/download/Meyer_WasserLicht_Fachinfo.pdf.
- MEYER, E., K. MENZER und S. HENKE (2015): „Evaluierung geeigneter Möglichkeiten zur Verminderung des Auftretens von Verhaltensstörungen beim Schwein“, Schriftenreihe des LfULG, Heft 19/2015.
- MEYER, E., K. MENZER und P. WINKLER (2018): Liegeverhalten als Tierwohlkriterium, Schriftenreihe LfULG: <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/31275>.
- MEYER, E. und S. HENKE (2019): Untersuchungen zum Einsatz von Beschäftigungsfutter bei unterschiedlichen Fütterungsverfahren in der Ferkelaufzucht, Züchtungskunde **91**, (5) S. 379 - 388, 2019, ISSN 0044-5401 © Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- MILLMANN, S.T., K. C. SHEPPARD, M. MADDEN und A. VALLIANT (2005): "Effects of intermittent lighting on resting behavior by newly weaned piglets". Animal & Poultry Science University of Guelph, in <https://www.thepigsite.com/articles/effects-of-intermittent-lighting-on-resting-behavior-by-newly-weaned-piglets>.
- MÜLLER, K (2019): „Wahlversuch zur Wirkung stark lichtreduzierter Haltungsbereiche auf Aufenthaltsdauer sowie Futter – und Wasseraufnahmeverhalten von Mastläufern“ Bachelorarbeit zur Erlangung des akademischen Grades „Bachelor of Science in Agrarwissenschaften“ MLU Halle-Wittenberg.
- NEITZ, J. und G. H. JACOBS (1989): Spectral sensitivity of cones in an ungulate. Visual Neuroscience. 2: 97 - 100.
- OPERDECK, S., B. Keßler, W. Gordilla, H. Schrade, H.-P. Piepho und E. Gallmann (2020): „Influence of Increased Light Intensity on the Acceptance of a Solid Lying Area and a Slatted Elimination Area in Fattening Pigs“, MDPI Journal Agriculture, 2020.
- SMITH, A.T., (1994): 'Pig Housing' In: Livestock Housing. Hrsg: C.M. WATHES, D.R. CHARLES. CAB International. Cambridge: University Press, 273 - 304.
- TANAKA, T., Y. MURAYAMA, Y. EGUCHI und T. YOSHIMOTO (1998): Studies on the visual acuity of pigs using shape discrimination learning. Animal Science Technology 69. 260 – 266.
- TAYLOR, N., N. PRESCOTT, G. PERRY, M. POTTER, C. LE SUEUR und CH. WATHES, (2006). Preference of growing pigs for illuminance. Applied Animal Behaviour Science 1 - 2 : 19 - 31.
- TIERSCHUTZ-NUTZTIERHALTUNGSVERORDNUNG, Fassung 22. August 2006 (BGBl. I S. 2043), zuletzt geändert durch Artikel 1a der Verordnung vom 29. Januar 2021 (BGBl. I S. 146)
- WROBLEWSKI und MEYER (2003): „Blaues Licht beruhigt Schweine“, SUS 3/2003
- ZONDERLAND, J. J., A. H. M. CORNELISSEN, M. WOLTHUIS-FILLERUP und H. A. M. SPOOLDER (2008): Visual acuity of pigs at different light intensities. Applied Animal Behaviour Science 111. 28 – 37.