

# Über Belichtung und Beleuchtung in Ställen, unter besonderer Berücksichtigung der Belichtungsverhältnisse in neueren schweizerischen Rindviehställen

Autor(en): **Rist, M. / Berthoud, A.-L. / Heusser, H.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Archiv für Tierheilkunde SAT : die Fachzeitschrift für Tierärztinnen und Tierärzte = Archives Suisses de Médecine Vétérinaire ASMV : la revue professionnelle des vétérinaires**

Band (Jahr): **116 (1974)**

Heft 12

PDF erstellt am: **17.05.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-593680>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Schweiz. Arch. Tierheilk. 116; 659–677, 1974

Aus dem Institut für Physiologie und Hygiene landwirtschaftlicher Nutztiere,  
ETH Zürich (Vorsteher: Prof. Dr. H. Heusser)

## Über Belichtung und Beleuchtung in Ställen, unter besonderer Berücksichtigung der Belichtungsverhältnisse in neueren schweizerischen Rindviehställen

von M. Rist, A.-L. Berthoud und H. Heusser<sup>1</sup>

Im Rahmen einer Reihe von Arbeiten des Tierzucht-Institutes der Universität Zürich unter der Leitung von Prof. Dr. H. Zwicky über Zusammenhänge zwischen Stall und Krankheit veröffentlichte Frey 1939 [5] seine «Messungen der Beleuchtungsstärke in Rinderstallungen». Die Stallsanierungen und der Stallbau haben durch diese Arbeiten wesentliche Impulse erfahren und sind in den letzten Jahrzehnten erheblich gefördert worden. Es schien daher von Interesse, die Belichtungsverhältnisse in neueren Rindviehställen zu untersuchen. Zuvor sollen einige allgemeine Gesichtspunkte der Belichtung und Beleuchtung von Ställen erörtert werden.

### I. Allgemeine Gesichtspunkte der Belichtung und Beleuchtung von Ställen

Als *Belichtung* ist die Versorgung mit Tageslicht, als *Beleuchtung* diejenige mit künstlichem Licht zu verstehen.

#### *Physiologische Bedeutung*

Über die vielfältigen Wirkungen der Sonnenstrahlung beim Haustier haben u.a. Heusser [8] und Stephan [22] Übersichten vermittelt.

Im geschlossenen Stall (als Gegensatz zum Offenstall) entfällt die chemisch aktive Ultraviolett-Komponente des Sonnenspektrums praktisch vollständig, und auch der sichtbare und infrarote Strahlenbereich wird erheblich abgeschirmt.

Das sichtbare Licht wirkt vornehmlich über das Auge, und zwar einerseits bewusst (visuell) und andererseits unbewusst (vegetativ). Am besten bekannt ist die Bedeutung des Licht-Dunkel Rhythmus (*Photoperiode*) für die vegetativ-hormonale Steuerung der Geschlechtsfunktionen und des Haar- bzw. Federwechsels.

Hinsichtlich der erforderlichen *Lichtintensität* gehen unsere Kenntnisse weniger weit. Nach Hafez [7] reagieren Tiere auf Licht, sobald dieses genügt, um einen grossen Gegenstand deutlich zu sehen. Der «funktionelle» Tag, der

---

<sup>1</sup> Adresse: Universitätstrasse 2, CH-8006 Zürich.

sich in der Erregung der Retina und in der Sekretionstätigkeit des Hypothalamus-Hypophysen-Systems äussert, beginnt nach dem gleichen Autor 25 Minuten vor Sonnenaufgang und endet 25 Minuten nach Sonnenuntergang. Volles Mondlicht hat vermutlich einen photoperiodischen Effekt beim Schaf und Rind.

Strittmatter [25] untersuchte den Einfluss verschiedener Lichtintensitäten zwischen  $<1$ –2000 Lux auf eine Anzahl biologischer Funktionen des Goldhamsters. Die einzige Wirkung bestand darin, dass bei 60 Lux und weniger einzelne Weibchen einen unregelmässigen Geschlechtszyklus aufwiesen. Ihr Anteil stieg von 4% bei 60 Lux auf 40% bei  $<1$  Lux.

Unter den Haustieren reagiert das Geflügel am empfindlichsten auf das Licht. Die gezielte Anwendung dieser Erkenntnis in der Geflügelwirtschaft hat bekanntlich zu einer erheblichen Leistungssteigerung geführt. Aufgrund seiner Untersuchungen gelangt Morris [14] zu den folgenden Schlüssen: Die Lichtintensität hat einen geringen Einfluss auf Wachstum und Legereife. Hingegen sollte sie im Legehennenstall ausserhalb der Batteriekäfige nicht weniger als 5 Lux betragen, um eine maximale Legeleistung zu erzielen. Massgebend ist dabei die entsprechende Belichtung der Futtertröge. Dieser Erscheinung liegt sehr wahrscheinlich primär nicht die dadurch erhöhte Futteraufnahme zugrunde, sondern die Lichtaufnahme über das Auge, obschon sie nicht kontinuierlich erfolgen muss. Unter 5 Lux sinkt die Eiproduktion, und bei weniger als 0,4 Lux werden keine Lichtreaktionen mehr ausgelöst. Zu hohe Lichtintensität fördert im allgemeinen den auf zahlreichen Ursachen beruhenden Kannibalismus. Hingegen kann er meist verhindert werden in Ställen ohne Tageslicht, in denen das Kunstlicht gleichmässig verteilt ist und nicht über dem erwähnten Minimum liegt.

Für die andern Haustiere liegen nur wenige gesicherte Angaben vor. In Schweineställen hält Ivoš (zit. [22]) 10–20 Lux für wünschenswert. Auch bei dieser Tierart lässt sich der Kannibalismus durch eine geringe Lichtintensität vermindern.

Beim Rind haben verschiedene Autoren bei geringer Belichtung eine Verminderung der Fruchtbarkeit festgestellt, so u.a. Goldinger [6], Strebel [24], Schreiber [20], Müller und Kurtz [15], Bothe [2]. Kordts und Gravert [13] vermitteln hierüber eine kurze Übersicht.

Demgegenüber haben Hungerbühler [10] und Knüsel [12] in den Beständen mit den besseren Belichtungsverhältnissen mehr Fruchtbarkeitsstörungen und eine erhöhte Krankheitsfrequenz beobachtet. In Anbetracht der Komplexität der Krankheits- und Sterilitätsursachen erstaunt ihre Feststellung nicht. Sie deckt sich mit den Erfahrungen aus der künstlichen Besamung, wonach in «modernen», d.h. neuzeitlich und intensiv geführten Betrieben, die im allgemeinen auch über neuere Ställe verfügen, im Mittel schlechtere Besamungsergebnisse verzeichnet werden.

Zu viel Licht kann auch beim Rind von Nachteil sein. Kordts und Gravert [13] gewährten in einem sich über drei Winterhalbjahre erstreckenden Versuch einer Gruppe von 20 schwarzbunten Milchkühen täglich 18 Stun-

den künstliche Beleuchtung in Tageslichtstärke ( $2,5 \text{ W/m}^2$ ). Im Vergleich mit der Normalgruppe (normale Lichtverhältnisse) und der Gruppe mit normalen Lichtverhältnissen + 3 Stunden Auslauf täglich ergab sich eine deutliche, statistisch gesicherte Senkung der Trächtigkeitsquote nach erster Besamung (35%/65%/69%).

Alle diese Ergebnisse lassen den Schluss zu, dass es zur Erfüllung der vegetativen Steuerungsfunktionen des Lichtes einer verhältnismässig geringen Lichtintensität bedarf. Die in der tierhygienischen Literatur – allerdings ausgehend von den Bedürfnissen des arbeitenden Menschen – geforderte Mindestlichtstärke für Ställe von 20 bis 30 Lux dürfte dafür ausreichen. Da das Licht indessen beim Haustier ebenso wie beim Menschen psychisch anregend wirkt – im Auslauf und beim Weidegang lässt sich dies besonders gut beobachten –, ist zur Erzielung von Zucht- und Dauerleistungen eine höhere Lichtintensität erwünscht.

Über die Bedeutung der *Lichtfarbe* ist beim Haustier nicht sehr viel bekannt. Es sei diesbezüglich auf die Übersicht von Stephan [22] verwiesen.

#### *Hygienische Bedeutung*

Eine ausreichende Helligkeit im Stall ist eine wesentliche Voraussetzung dafür, dass die Stallarbeiten, vor allem auch das Melken, korrekt ausgeführt werden. Sie erleichtert die Reinhaltung des Stalles, des Futters und der Tiere, die Überwachung ihres Gesundheitszustandes, die Geburtshilfe und die Behandlung kranker Tiere. Ausserdem verbessert sie das Arbeitsklima und setzt die Unfallgefahr herab.

#### *Anforderungen an die Belichtung und Beleuchtung von Ställen*

Es wurde bereits darauf hingewiesen, dass für die Bemessung der optimalen Belichtung und Beleuchtung von Ställen die Erfordernisse der Stallarbeit im Vordergrund stehen.

Dabei stellt die Helligkeit, die mit dem Luxmeter als *Beleuchtungsstärke* in Lux (lx) gemessen wird, den wichtigsten Faktor dar [21]. Für die Sehleistung ist neben der Beleuchtungsstärke die *Sehobjektgrösse* massgebend. Sie ergibt sich als Sehwinkel zwischen Sehobjektanfang und -ende. Mit abnehmender Objektgrösse und zunehmender Entfernung nimmt somit die im Winkelmass (Bogenminuten [ $'$ ]) gemessene Sehobjektgrösse ab. Die landwirtschaftlichen Sehaufgaben liegen dabei im Bereich von Sehobjektgrössen zwischen  $5'$  und  $30'$  [16].

Für die Kontraste zwischen den einzelnen Sehobjekten bzw. zu ihrem Hintergrund ist als dritter Faktor der *Reflexionsgrad* ( $\rho$ ) des Sehobjektes massgebend. Er stellt das Verhältnis des vom Körper zurückgeworfenen Lichtstromes zum aufgestrahlten Lichtstrom dar [21]. In Tab. 1 sind die Reflexionsgrade einiger landwirtschaftlicher Arbeitsgegenstände zusammengestellt. Daraus ist zu ersehen, dass der Reflexionsgrad zwischen 6% und 90% schwankt.

Tab. 1 Reflexionsgrad  $\rho$  landwirtschaftlicher Arbeitsgegenstände [16]

Arbeitsgegenstand	Reflexionsgrad $\rho$
Kot (Rind, Schwein, Huhn)	0,06–0,25
Silage	0,08–0,45
Grünfutter	0,10–0,30
Kraftfutter und Stroh	0,10–0,60
Tieroberfläche: Rind	0,10–0,86
Schwein	0,40–0,70
Huhn (weiss)	0,80–0,90
Fussböden	0,1 –0,45
Decken, Wände	0,5 –0,85
technische Einrichtungen	0,1 –0,90

Zur Hebung des Kontrastes sind deshalb in Ställen mit dunklen Tieren (Rindvieh) die Wände und Decken möglichst hell zu gestalten (Weisseln), während diese bei hellen Tieren (Schweine, Leghornhennen) vom Gesichtspunkt der Belichtung und Beleuchtung in den Naturfarben (Holz, Ziegel usw.) belassen werden können. Um bei den gegebenen Reflexionsgraden die landwirtschaftlichen Sehaufgaben befriedigend lösen zu können, bedarf es einer bestimmten *Beleuchtungsstärke*.

Sie ergibt sich aus der Gleichung:

$$E = \frac{\pi \cdot L}{\rho} \quad [16]$$

$E$  = Beleuchtungsstärke (lx).

$L$  = Leuchtdichte (cd/m<sup>2</sup>).

cd = Candela. Eine Lichtquelle mit der Lichtstärke von 1 candela (cd) strahlt auf 1m<sup>2</sup> Oberfläche einer die Lichtquelle umgebenden Kugel mit einem Radius von 1m einen Lichtstrom von 1 Lumen (lm).

$\pi$  = 3,14.

$\rho$  = Reflexionsgrad in Dezimalbruch.

Aus dem in Abb. 1 dargestellten Nomogramm [16] ist für Sehobjektgrößen zwischen 3' und 30' in Abhängigkeit vom Reflexionsgrad die jeweilig erforderliche Beleuchtungsstärke  $E$  abzulesen. Dabei ist für jede Sehobjektgrösse die erforderliche Leuchtdichte auf Grund der Untersuchungen von *Weston* (zit. [16]) bestimmt worden.

In Tab. 2 sind die von Ness [16] so ermittelten Beleuchtungsstärken mit den Empfehlungen der DIN 18910 [4] und den Empfehlungen der Schweize-

Tab. 2 Empfohlene Beleuchtungsstärke in den Hauptbeleuchtungszonen

Raumart	Hauptbeleuchtungszone	Ness Lux	DIN 18910 Lux	Schweiz. Beleuch- tungs- kommis- sion Lux
<i>Rindviehställe</i>				
Milchvieh-Anbindestall	Melkgang	150	120	120-250
Milchvieh-Laufstall	Futtergang	100	30	120-250
Abkalbe- und Krankenstall	Melk- und Abkalbezone	150	120	250-500
Mastvieh-Anbindestall	Mistgang	75	60	120-250
Mastvieh-Laufstall	Futtergang	75	60	120-250
<i>Schweinställe</i>				
Schweinemaststall	Futtergang	70	60	20-120
Abferkelstall	Ferkelbereich	100	60	120-250
Eber- und Sauenstall	Futtergang	85	60	120-250
<i>Geflügelställe</i>				
Bodenhaltung	Bodenfläche	100*	15	20-120
Käfighaltung	Kontrollgang	100*	15	20-120
<i>Pferdeställe</i>	Arbeitsgang	75	60	120-250
<i>Schafställe</i>	Futtergang	75-85	60	120-250
<i>Nebenräume</i>				
Futteraufbereitung	Arbeitszone	150	60	120-250
Milchkammer	Arbeitsgang	250-500	120	250-500
Melkstand	Melkgang	250	240	250
*nur während der Arbeit				

rischen Beleuchtungskommission [21] für die Hauptbeleuchtungszonen zusammengestellt, in denen sich die wichtigsten Arbeiten abspielen.

*Beleuchtungsstärke durch Kunstlicht*

Zur Erreichung der in DIN 18910 empfohlenen Beleuchtungsstärken durch Kunstlicht sind dort auch die zulässigen Abstände der an der Decke über der Hauptbeleuchtungszone zu installierenden Glühlampen oder Leuchtstoffröhren angegeben. Für die Beleuchtungsstärke von 60 lx sollten z.B. 100-W-Glühlampen nicht weiter wie 2m und 40-W-Leuchtstoffröhren nicht weiter wie 5m

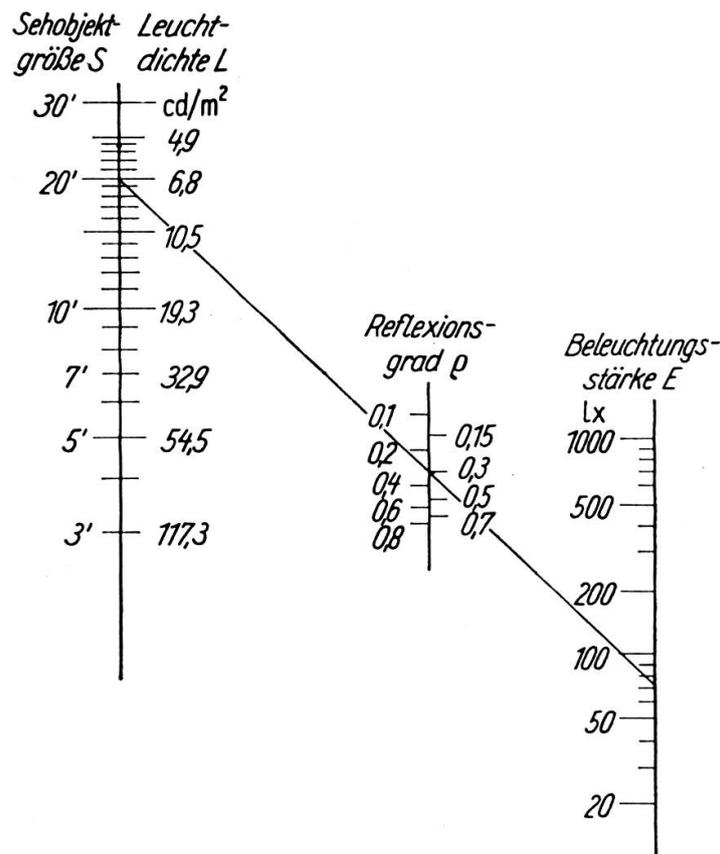


Abb. 1 Nomogramm zur Ermittlung der Belichtungs- und Beleuchtungsstärke [16]  
 Beispiel:  $S = 20'$ ,  $\rho = 0,3$  ergibt  $E = 71 \text{ lx}$

(Leuchtenmitte bis Leuchtenmitte) voneinander entfernt montiert sein. Für 120 lx sollte der Abstand von 40-W-Leuchtstofflampen nicht mehr wie 2,5m und für 240 lx nicht mehr wie 1,25m betragen. Obwohl, wie aus Tab. 2 zu ersehen ist, die empfohlenen Beleuchtungsstärken der DIN 18910 die niedrigsten Werte darstellen, sind in alten Ställen solche Beleuchtungs-Installationen nicht und in neueren Ställen vornehmlich aus Kostengründen selten anzutreffen. Dabei ist zu beachten, dass durch Verschmutzung und Alterung die Leuchtkraft der Lampen abnimmt.

#### *Beleuchtungsstärke durch Tageslicht*

Die natürliche Belichtungsstärke ergibt sich im Stall in Abhängigkeit von der Aussenhelligkeit durch die Gebäudeumgebung, durch Grösse, Bauart, Lage und Verschmutzung der Fenster sowie durch die Reflexionsverhältnisse im Stall. Das Verhältnis der äusseren zur inneren Beleuchtungsstärke wird als *Tageslichtquotient* bezeichnet und meist in % angegeben:

$$\text{TLQ} = \frac{E_{hi}}{E_{ha}} \cdot 100 \text{ [21].}$$

TLQ = Tageslichtquotient in %.

Eh<sub>i</sub> = horizontale Beleuchtungsstärke im Innern (normalerweise 85 cm über dem Boden gemessen) in lx.

Eh<sub>a</sub> = horizontale Beleuchtungsstärke im Freien bei vollem unabschirmtem, aber gleichmässig bedecktem Himmel in lx.

Das Jahresmittel der horizontalen Belichtungsstärke im Freien liegt in der Schweiz bei gleichmässig bedecktem Himmel von 07.30 bis 17.30 Uhr bei 5000 lx [21]. Legt man diesen Wert als Bezugsbasis für die Belichtung von Ställen zugrunde [16], so ist, um eine Belichtungsstärke von 60 bis 120 lx zu erhalten, ein Tageslichtquotient von 1,2% bis 2,4% erforderlich. Diese Belichtung dürfte auch die physiologischen Ansprüche der Tiere gut erfüllen.

#### *Beziehungen zwischen Fensterfläche und Wärmehaushalt des Stalles*

Für ein optimales Stallklima ist neben der Belichtung auch der Wärmehaushalt [19] des Stalles von besonderer Bedeutung, soll dieser doch im Winter wie im Sommer ausgeglichen sein.

Dies bedeutet, dass im Winter die Wärmeverluste durch die raumschliessenden Bauteile und die Lüftung nicht grösser sein sollen als die Wärmeproduktion der Tiere, da sonst künstlich geheizt werden muss. Nun führen aber die Fenster zu einem besonders hohen Wärmeverlust, nicht nur über die Stallluft, sondern auch durch Strahlung direkt von den Tieren und Menschen aus.

Der Wärmeverlust durch ein einfach verglastes Fenster (k = 4,5 kcal/m<sup>2</sup> Std.°C.) beträgt etwa das 9fache einer gut isolierten Stallwand (k = 0,5 kcal/m<sup>2</sup> Std.°C.) und das 15fache einer gut isolierten Stalldecke (k = 0,3 kcal/m<sup>2</sup> Std.°C.). Deshalb sollten die Fenster immer doppelt verglast ausgeführt werden (k = 2,8 kcal/m<sup>2</sup> Std.°C.). Dann ist der Wärmeverlust durch die Fensterflächen nur noch das 5,6fache bzw. das 9,3fache einer gut isolierten Stallwand bzw. -decke.

Die grossen Wärmeverluste durch die Fenster führten zur Schaffung fensterloser, vollklimatisierter Ställe mit künstlicher Beleuchtung. Für den Fall des Versagens der Klimatisierungseinrichtung mussten aber doch wieder Notluftklappen eingebaut werden, so dass sich keine wesentlichen Baukosteneinsparungen, dafür aber höhere Betriebskosten für die künstliche Beleuchtung ergaben.

Im Sommer hat die Grösse der Fensterfläche einen Einfluss auf die unerwünschte Erwärmung des Stalles sowie auf die Insektenplage. Ersterer kann durch die Orientierung der Hauptfensterflächen zur Himmelsrichtung begegnet werden. Wie aus Abb. 2 zu ersehen ist, ist die Wärmeeinstrahlung durch die Sonne je nach Lage zur Himmelsrichtung verschieden. Im Sommer ergibt sich die grösste Wärmeeinstrahlung für die Ost- und Westwand (540 kcal/m<sup>2</sup> Std.), während sie für die Südwand infolge des hohen Sonnenstandes relativ klein ist (360 kcal/m<sup>2</sup> Std.). Im Winter liegen die Verhältnisse umgekehrt, indem auf die Südwand infolge des niedrigen Sonnenstandes viel Wärme (620 kcal/m<sup>2</sup> Std.) und auf die Ost- und Westwand wenig Wärme eingestrahlt wird (220 kcal/m<sup>2</sup> Std.).

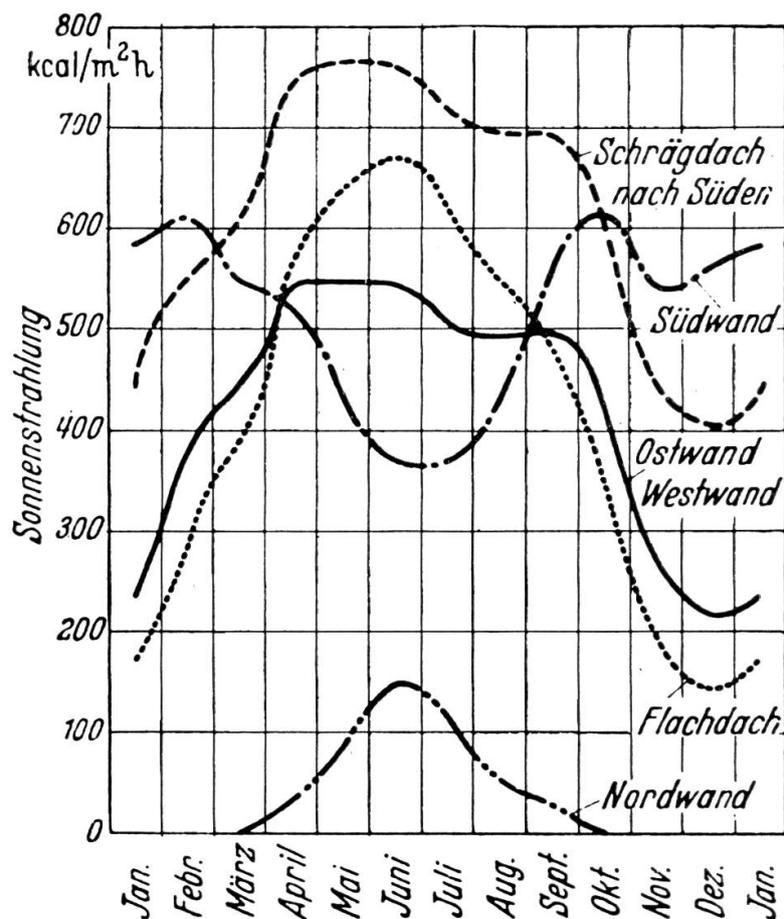


Abb. 2 Jahrgang der Sonnenstrahlung in Beziehung zur Exposition der Gebäude [18]

## II. Eigene Untersuchungen

Im Winter 1972/73 wurden von A.-L. Berthoud [1] die Tageslichtverhältnisse in 33 Rindviehställen des Schweizer Mittellandes aus den Baujahren 1940-1969 untersucht.

### *Untersuchte Stalltypen*

Es handelt sich um 30 Anbindeställe und 3 Laufställe. Die Anbindeställe teilen sich auf in:

- 19 einreihige Längsställe, meist mit Mistgang auf der Fensterseite,
- 2 zweireihige Längsställe,
- 8 doppelreihige Querställe in traditioneller Bauweise mit mittlerer Futterdurchfahrt.
- 1 Rundstall.

Die Laufställe umfassen:

- 1 Tiefstreu-Laufstall,
- 2 Spaltenboden-Mastställe.

*Untersuchungsmethode*

Von diesen Ställen wurden das Baujahr, die Belegung, das Verhältnis Fensterfläche: Bodenfläche und der Anteil Glasfläche der Fensterflächen ermittelt. Die Beleuchtungsstärke im Freien und im Stall wurde bei bedecktem Himmel (mit Ausnahme von Stall 1 und 12) mit dem Beleuchtungsmesser UVA-Lux (Gossen, Erlangen) 1m über dem Boden gemessen. Jede Messung setzte sich aus 6 Einzelmessungen (gegen oben, unten, links, rechts, vorn und hinten) zusammen. Im Freien wurde an 4 verschiedenen exponierten Stellen gemessen. Im Stall wurden jeweils 4 Messungen entlang der Krippe und 4 Messungen entlang des Melk- und Mistganges durchgeführt. Ausserdem wurde die grösste und kleinste Beleuchtungsstärke im Stall ermittelt. In den Spaltenboden-Mastställen wurde in 4 Mastabteilen und im Mittelgang gemessen.

Aus den 4 Messungen wurden jeweils die arithmetischen Mittel für die Beleuchtungsstärke im Freien, an der Krippe und im Melk- und Mistgang gebildet. Sie sind in der Tab. 3 für die einreihigen Ställe, in Tab. 4 für die doppelreihigen Querställe und in Tab. 5 für die zweireihigen Längsställe sowie die Laufställe neben den oben erwähnten Erhebungen zusammengestellt. Aus diesen Werten wurde dann der durchschnittliche Tageslichtquotient an der Krippe, im Melk- und Mistgang und im Stalldurchschnitt ermittelt. Jeweils in der letzten Spalte der Tabellen ist der Durchschnitt der einzelnen Stalltypen und in Tab. 5 auch der aller untersuchten Ställe angegeben.

*Untersuchungsergebnisse*

Bei den *einreihigen Längsställen* (Tab. 3) schwankt das Verhältnis Fensterfläche: Bodenfläche zwischen 1:52,4 und 1:5,3. Im Durchschnitt beträgt es 1:13,1. Der Anteil der *Fensterglasfläche* an der Fensterfläche schwankt zwischen 100% und 55%. Dadurch ergeben sich die Verhältnisse *Fensterglasfläche: Bodenfläche* zu 1:61,6 bis 1:5,3. Im Durchschnitt der 19 einreihigen Längsställe ist das Verhältnis *Fensterglasfläche: Bodenfläche* 1:16,6.

Der Tageslichtquotient an der Krippe schwankt zwischen 0,2% und 3,2%. Im Durchschnitt beträgt er 0,9%. Im Melk- und Mistgang ergeben sich Tageslichtquotienten in den einzelnen Ställen zwischen 0,5% und 5,7%, im Mittel 2,6%. Der Stalldurchschnitt der Tageslichtquotienten der Längsställe lag zwischen 0,5% und 3,8%. Im Mittel der 19 Ställe beträgt er 1,8%.

Legt man einen Tageslichtquotienten von 1,2% (60 lx bei 5000 lx im Freien) für die Region der Krippe und einen solchen von 2,4% (120 lx bei 5000 lx im Freien) im Melk- und Mistgang als erforderlich fest, so wird diese Forderung an der Krippe bei 4 Ställen (21%) und im Melk- und Mistgang bei 10 Ställen (53%) erfüllt. Bei den übrigen Ställen müsste die für die Arbeit erforderliche Beleuchtungsstärke durch Fremdenergie in Form von Kunstlicht zugeführt werden.

Bei den 8 *zweireihigen Querställen* (Tab. 4) liegt das Verhältnis Fensterfläche: Bodenfläche zwischen 1:23,6 und 1:14,1 und beträgt im arithmeti-

Tab. 3 Belichtungsverhältnisse in 19 einreihigen Längsställen

Stall	9	6	33	34	16	10	31	22	13	
Baujahr	1940	1950	1953	1953	1955	1956	1957	1959	1960	
Belegung (GVE)	13	24 (20)	15	12	10	40	12	6 (11)	15	
Fensterfläche: Bodenfläche	1:8,4	1:8,9	1:14,4	1:52,4	1:11,1	1:9,7	1:12,7	1:13,6	1:9,9	
Glasfläche in % der Fensterfläche	55%	56%	64%	85%	66%	69%	69%	55%	77%	
Glasfläche: Bodenfläche	1:15,3	1:15,9	1:22,5	1:61,6	1:16,8	1:14,0	1:18,4	1:24,7	1:12,8	
Ø Belichtungs- stärke in lx	Ø aussen	610	2240	585	585	3720	600	2095	320	340
	Ø Krippe	3	17	2	1	18	6	15	2	6
	Ø Melk- u Mistgang	12	67	7	4	66	15	73	5	18
	min-max im Stall	2-28	14-103	1-10	1-16	9-68	4-34	4-137	0-10	2-46
Tageslicht- quotient	Ø Krippe	0,5%	0,8%	0,3%	0,2%	0,5%	1,0%	0,7%	0,6%	1,8%
	Ø Melk- und Mistgang	2,0%	3,0%	1,2%	0,7%	1,8%	2,5%	3,5%	1,6%	5,3%
	Ø Stall	1,3%	1,9%	0,8%	0,5%	1,2%	1,8%	2,1%	1,1%	3,6%

schen Mittel 1:19,4. Infolge des unterschiedlichen Anteils der Glasfläche an der Gesamtfensterfläche von 54% bis 100% verändert sich das Verhältnis Fenster-glasfläche: Bodenfläche auf 1:42,7 bis 1:17,0. Im Mittel der 8 Querställe beträgt es 1:26,1.

Infolge direkter Sonneneinstrahlung während den Messungen in den Ställen 1 und 12 sind die Tageslichtquotienten in diesen Ställen erhöht und können mit andern Werten, die bei bedecktem Himmel ermittelt wurden, nicht verglichen werden.

Der Tageslichtquotient in den verbleibenden 6 Querställen liegt an den Krippen zwischen 0,4% und 3,1%, im Mittel bei 1,5%. Er entspricht in 3 Ställen der Forderung nach 1,2% (60 lx). Im Melk- und Mistgang liegen die Tageslichtquotienten zwischen 1,4% und 4,7%, bei einem Mittel von 2,6%. In 4 Ställen entspricht der Quotient der Forderung nach 2,4% (120 lx).

Bei den 2 zweireihigen Längsställen (Tab. 5) erfüllt der Stall Nr. 21 trotz relativ kleinem Fensterglasanteil (1:22,7) die Forderung nach einem Tageslichtquotienten von 1,2% (60 lx) an der Krippe. Die Forderung nach einem Tageslichtquotienten von 2,4% (120 lx) im Melk- und Mistgang wird von keinem der

Tab. 3 (Fortsetzung)

19	5	28	17	7	27	8	29	30	32	Ø der ein- reihigen Ställe
1964	1964	1966	1967	1967	1967	1969	1969 (renov.)	1969 (renov.)	1969	
30	24	18	30	30	20	25	7	8	20	
1:10,7	1:7,8	1:11,1	1:9,8	1:9,5	1:5,5	1:7,8	1:5,3	1:27,1	1:13,7	1:13,1
97%	98%	100%	85%	85%	88%	100%	100%	100%	100%	
1:11,0	1:8,0	1:11,1	1:11,5	1:11,2	1:6,2	1:7,8	1:5,3	1:27,1	1:13,7	1:16,6
440	3505	375	2580	3925	840	530	2950	2950	2440	
3	57	12	15	72	9	3	23	16	10	
18	200	16	61	99	45	7	15	17	38	
1-31	44-1130	9-33	3-92	14-125	7-52	1-10	1-79	4-48	4-142	
0,7%	1,6%	3,2%	0,6%	1,8%	1,1%	0,6%	0,8%	0,5%	0,4%	0,9%
4,1%	5,7%	4,3%	2,4%	2,5%	5,4%	1,3%	0,5%	0,6%	1,6%	2,6%
2,4%	3,7%	3,8%	1,5%	2,2%	3,3%	1,0%	0,7%	0,6%	1,0%	1,8%

beiden Ställe erfüllt, da die Fensterglasfläche beim Stall Nr. 20 noch kleiner (1:32,5) ist.

Der Rundstall mit einer Fensterglasfläche von 1:27,7 erreicht einen Tageslichtquotienten von 1,0% an der Krippe und 2,0% im Melk- und Mistgang.

Die beiden Spaltenboden-Mastställe haben einen relativ kleinen Fensteranteil (1:27,2 bei Nr. 25, 1:32,0 bei Nr. 3). Infolge der guten Reflexionsverhältnisse im Stall Nr. 25 wird noch ein Tageslichtquotient von 1,5% erreicht. Beim Stall Nr. 3 wird infolge des kleinen Fensteranteils nur ein durchschnittlicher Tageslichtquotient von 0,5% erreicht.

Der Laufstall mit Tiefstreu und offener Südseite (Nr. 4) erreicht die besten Tageslichtquotienten von 4,4% bzw. 3,0%.

Vergleicht man die Verhältnisse Fensterglasfläche: Bodenfläche mit den durchschnittlichen Tageslichtquotienten und teilt die Ställe in verschiedene Gruppen auf (> 1:10, 1:10 bis 1:15, 1:15 bis 1:20, 1:20 bis 1:25, 1:25 bis 1:40, < 1:40), so ergeben sich die in Tab. 6 zusammengestellten Werte.

Wie aus Tab. 6 zu ersehen ist, ist keine eindeutige Beziehung zwischen dem Verhältnis Fensterglasfläche: Bodenfläche und dem Tageslichtquotienten

Tab. 4 Belichtungsverhältnisse bei 8 zweireihigen Querställen

Stall Nr.	2	14	35	1	18	11	12	24	Ø aller dop- pelreihigen Querställe	
Baujahr	1950	1955	1957	1959	1960	1961	1962	1965 (renov.)		
Belegung (GVE)	14	55	15	24	45	40	25	18		
Fensterfläche: Bodenfläche	1:23,6	1:14,1	1:22,6	1:20,7	1:22,8	1:15,5	1:17,2	1:17,6	1:19,4	
Glasfläche in % der Fensterfläche	54%	65%	40%	65%	69%	91%	88%	100%		
Glasfläche: Bodenfläche	1:42,7	1:21,7	1:25,1	1:31,9	1:33,0	1:17,0	1:19,6	1:17,9	1:26,1	
Ø Belichtungs- stärke in lx	Ø aussen	1010	1780	270	2090	900	1400	780	580	
	Ø Krippe	24	15	3	(516)	4	18	(40)	18	
	Ø Melk- und Mistgang	25	24	6	(101)	22	66	(62)	14	
	min-max im Stall	9-43	13-50	2-27	(35-660)	2-31	8-160	(2-210)	7-37	
Tageslicht- quotient	Ø Krippe	2,4%	0,8%	1,1%	(24,7)	0,4%	1,3%	(5,1)	3,1%	1,5%*
	Ø Melk- und Mistgang	2,5%	1,4%	2,2%	(4,8)	2,4%	4,7%	(8,0)	2,4%	2,6%*
	Ø Stall	2,5%	1,1%	1,7%	(14,8)	1,4%	3,0%	(6,5)	2,8%	2,1%*

\* Ohne Stall Nr. 1 und 12

festzustellen. Dies ist aus der Tatsache verständlich, dass der Tageslichtquotient ausser vom Fensterglasanteil vor allem auch von der Anordnung der Fenster und dem Reflexionsgrad im Stall abhängt.

### Diskussion

In Tab. 7 sind die Ergebnisse der verschiedenen Untersuchungen über die Belichtungsverhältnisse in Grossviehställen zusammengestellt. Zunächst ist auffallend, dass das Verhältnis Fensterfläche:Bodenfläche bei den von Frey [5] in den Jahren 1936-1938 im Unteren Aargau untersuchten 50 Ställen mit 1:100 das schlechteste ist und demzufolge auch nur eine durchschnittliche Beleuchtungsstärke von 13 lx festgestellt wurde. Dies entspricht einem Tageslichtquotienten von 0,06, da bei durchschnittlich 20 708 lx im Freien gemessen wurde. Die unbefriedigenden Belichtungsverhältnisse sind darauf zurückzuführen, dass es sich bei diesen Ställen vornehmlich um kleinbäuerliche und ältere Ställe handelte.

Tab. 5 Belichtungsverhältnisse bei 2 zweireihigen Längsställen, 1 Rundstall, 2 Spaltenboden-Mastställen und 1 Tiefstreu-Laufstall

Stall Nr.	20	21	23	25	3	4	Ø aller Ställe	
Typ	2reihiger Längsstall	2reihiger Längsstall	Rundstall	Spaltenboden-Maststall	Spaltenboden-Maststall	Tiefstreu-Laufstall		
Baujahr	1957	1959	1971	1967	1969	1967		
Belegung (GVE)	15	6 (11)	30	40	92	60		
Fensterfläche: Bodenfläche	1:20,5	1:13,6	1:21,6	1:27,7	1:32,0	—	1:16,2	
Glasfläche in % der Fensterfläche	63%	60%	81%	100%	100%	—		
Glasfläche: Bodenfläche	1:32,5	1:22,7	1:27,7	1:27,7	1:32,0	—	1:20,9	
Ø Belichtungs- stärke in lx	Ø aussen	420	320	800	2640	1125	1350	
	Ø Krippe	3	5	8	—	7	60	
	Ø Melk- und Mistgang	3	4	16	39	5	40	
	min-max im Stall	2-9	2-9	5-26	15-45	3-15	2-240	
Tageslicht- quotient	Ø Krippe	0,7%	1,6%	1,0%	—	0,6%	4,4%	1,2%*
	Ø Melk- und Mistgang	0,7%	1,3%	2,0%	1,5%	0,4%	3,0%	2,4%*
	Ø Stall	0,7%	1,5%	1,5%	1,5%	0,5%	3,7%	1,8%*

\* Ohne Stall Nr. 1 und 12

Wesentlich günstiger liegen die Belichtungsverhältnisse in den 253 von Strebel [24] schon 1933 im Schweizer Mittelland untersuchten bis zu 140 Jahre alten Ställen. Dort betrug das durchschnittliche Verhältnis Fensterfläche: Bodenfläche = 1:29 und die durchschnittliche Belichtungsstärke 18,6 lx.

Bei den von Kalich [11] zusammengestellten Untersuchungsergebnissen aus 370 Ställen Süddeutschlands, die heute bis über 64 Jahre alt sind, erreichten 56% die Belichtungsstärke von 20 lx nicht.

Szoldatits [26] untersuchte vor 1962 100 Ställe in Oberbayern, die heute 14 bis 64 Jahre alt sind. Dabei wiesen 76% der Ställe ein Verhältnis Fensterfläche: Bodenfläche von unter 1:20 auf, so dass 75% keine 20 lx Belichtungsstärke erreichten.

Bei den von Horn [9] vor 1965 im Kanton Appenzell durchgemessenen 100 Ställen lag das durchschnittliche Verhältnis Fensterfläche: Bodenfläche bei 1:56,4. 56% der Ställe erreichten demzufolge keine Belichtungsstärke von 20 lx.

Tab. 6 Beziehung zwischen Fensterglasfläche : Bodenfläche und Tageslichtquotient

Gruppe	Fensterglasfläche: Bodenfläche	Anzahl Ställe*	durchschnittlicher Tageslichtquotient
I	> 1:10	4	2,2%
II	1:10-1:15	7	2,3%
III	1:15-1:20	6	2,1%
IV	1:20-1:25	5	1,2%
V	1:20-1:40	7	1,1%
VI	< 1:40	2	1,5%

\* Ohne Nr. 1 und 12

Bothe [2] untersuchte vor 1965 in Niederbayern 114 Ställe mit einem Alter von 10-210 Jahren ( $\bar{x}$  55 Jahre). Das durchschnittliche Verhältnis Fensterfläche: Bodenfläche betrug 1:32, was wieder wesentlich über dem der Appenzeller Ställe liegt. Der durchschnittliche Tageslichtquotient betrug 0,42%, die durchschnittliche Belichtungsstärke im Stall 30,53 lx bei einer durchschnittlichen Aussenhelligkeit von 7269 lx.

Bei den von Berthoud [1] untersuchten 33 Ställen des Schweizer Mittellandes, die 1-34 Jahre alt sind, liegt das Verhältnis Fensterfläche: Bodenfläche mit 1:16,2 über dem von den Stallkonstruktoren geforderten Wert von mindestens 1:20. Der günstige durchschnittliche Tageslichtquotient von 1,8% führt bei einer Aussenhelligkeit von 5000 lx zu einer Belichtungsstärke im Stall von durchschnittlich 90 lx.

1964 untersuchte Denninger [3] 100 neu erstellte Aussiedlungsställe im Landkreis Heilbronn. Es ergab sich ein Verhältnis Fensterfläche: Bodenfläche von 1:13,5. 68% dieser Ställe erreichten dann auch eine Belichtungsstärke über 20 lx. Die Realisierung dieser schon längst geforderten und im Vergleich zu früheren Gepflogenheiten relativ grossen Fensterflächen ist u.a. auch dem unermüdlichen Wirken der beiden Altmeister der Stallklimagegestaltung J. Ober [17] und Dr. K. Stietenroth [23] zu verdanken, die stets darauf hinwiesen, dass ein gut belichteter und gut gelüfteter Stall ohne hervorragenden Wärmeschutz nicht möglich ist.

Abschliessend darf festgestellt werden, dass auch in bezug auf die Belichtung der Grossviehställe in den letzten 50 Jahren eine erfreuliche Verbesserung erreicht wurde und die Ställe heute weitgehend der von der Tierphysiologie und Arbeitswirtschaft geforderten Belichtung entsprechen. Andererseits kann nicht genug hervorgehoben werden, dass eine gute Belichtung bei weitem kein Ersatz für Weidegang und Auslauf ist.

Tab. 7 Vergleich der Untersuchungsergebnisse verschiedener Autoren über die Belichtungsverhältnisse in Ställen

Autor	Frey	Strebel	Kalich	Szoldatits	Horn	Bothe	Berthoud	Denninger
Gebiet	Schweizer Mittelland (unt. Aaretal/AG)	Schweizer Mittelland (Freiamt/AG)	Süd-deutschland	Ober-bayern	Kt. Appenzell	Nieder-bayern	Schweizer Mittelland	Landkreis Heilbronn
Untersuchungsjahr	1936-38	1933	vor 1960	vor 1962	vor 1965	vor 1965	1972/73	1964
Anzahl der Ställe	50	253	370	100	100	114	33	100
Heutiges Alter der Ställe in Jahren	weit über 36	über 40 bis 140	14 bis über 64	14 bis über 64	10 bis 180 Ø 49,8	10 bis 210 Ø 55	1 bis 34	13
Fensterfläche:	bis 1:15		161 Ställe = 44%	6 Ställe = 6%				
Bodenfläche:	1:15 bis 1:20	Ø 1:29	164 Ställe = 44%	18 Ställe = 18%	Ø 1:56,4	Ø 1:32	Ø 1:16,2	Ø 1:13,5
	unter 1:20		45 Ställe = 12%	76 Ställe = 76%				
Tageslichtquotient in %	Ø 0,06	-1	-1	-1	nicht berechnet	Ø 0,42	Ø 1,8	-
Belichtungsstärke	unter 20 lx	Ø 13 lx	208 Ställe = 56%	75 Ställe = 75%	56 Ställe = 56%	Ø 30,53 lx	-	32 Ställe = 32%
	über 20 lx	Ø 18,6 lx	162 Ställe = 44%	25 Ställe = 25%	44 Ställe = 44%		33 Ställe = 100%	68 Ställe = 68%

<sup>1</sup> Belichtung im Freien wurde nicht gemessen

### Zusammenfassung

Nach den vorliegenden Untersuchungsergebnissen genügen verhältnismässig geringe Lichtintensitäten, um die vegetativen Steuerungsfunktionen des Lichtes zu erfüllen. Sie dürften beim Huhn 5-10 Lux, bei den andern Haustieren 20-30 Lux betragen.

Die Anforderungen an die Belichtungs- (Tageslicht) und Beleuchtungsstärke (Kunstlicht) von seiten der Hygiene, der Arbeitsverrichtung und der Unfallverhütung sind höher (abhängig von Sehobjektgrösse und Reflexionsgrad). Auf Grund verschiedener Angaben (Tab. 2) sind in Stallungen und dazugehörigen Nebenräumen Beleuchtungsstärken von 60-120 Lux, in Melkräumen solche von 240 Lux ausreichend. Geht man von einer durchschnittlichen Belichtungsstärke im Freien von 5000 Lux aus (langjähriges Mittel bei gleichmässig bedecktem Himmel zwischen 7.30 und 17.30 Uhr in der Schweiz), so sind Tageslichtquotienten (Verhältnis Lichtstärke im Freien: Lichtstärke im Gebäudeinneren in %) von 1,2% bis 2,4% erforderlich. Der Tageslichtquotient hängt im wesentlichen von der Fenstergrösse, dem Glasanteil, der Fensteranordnung und dem Reflexionsgrad im Stall ab. Deshalb ist auch keine eindeutige Beziehung zwischen dem Verhältnis Fensterfläche: Bodenfläche und dem Tageslichtquotienten festzustellen. Trotzdem ist der Fensterflächenanteil ein brauchbares Richtmass für die zu erwartende Tageslichtversorgung des Stalles.

Eigene Untersuchungen im Winter 1972/73 an 33 Rindviehställen des Schweizer Mittellandes aus den Baujahren 1940-1969 zeigten (Tab. 6), dass bei 17 Ställen (55%) der durchschnittliche Tageslichtquotient über 2,1% (entsprechend 105 Lux) und bei den restlichen 14 Ställen (45%) über 1,1% (entsprechend 55 Lux) lag. Dabei variierte das Verhältnis Fensterglasfläche: Bodenfläche im ersten Fall von über 1:10 bis 1:20 und im zweiten Fall von 1:20 bis unter 1:40.

Der Vergleich mit früheren Untersuchungen (Tab. 7) ergibt, dass in älteren Ställen wesentlich niedrigere durchschnittliche Belichtungsstärken (z. B. 13 Lux) bei wesentlich kleinerem Fensterflächenanteil (z. B. 1:100) festgestellt wurden. Auch lag bei der Mehrzahl der älteren Ställe die Belichtungsstärke unter 20 Lux (56%, 75%, 56% der untersuchten Ställe), während bei 100 neuen Aussiedlungshöfen 68% eine Belichtungsstärke über 20 Lux aufwiesen.

Diese günstige Entwicklung der Belichtungsverhältnisse in den Rindviehställen des Voralpenraumes ist nicht zuletzt durch die vielseitige Verbesserung der Wärmedämmung der Ställe möglich geworden.

Trotzdem darf nicht übersehen werden, dass eine gute Belichtung bei weitem kein Ersatz für Weidegang und Auslauf ist.

### Résumé

Selon les résultats des présents examens, il suffit de faibles intensités lumineuses pour remplir la fonction directrice végétative de la lumière. Elle se situe entre 5 et 10 lux chez la volaille, tandis qu'elle est de 20 à 30 lux chez les autres animaux de la ferme.

Les exigences à l'exposition de la lumière du jour et à l'éclairage (lumière artificielle) sont plus élevées tant sur le plan de l'hygiène que sur celui de l'accomplissement du travail et de la prévention des accidents (elles dépendent de la grandeur de l'objet à voir et du degré de réflexion). Le tab. 2 donne diverses indications selon lesquelles il suffit d'une intensité de l'éclairage de 60 à 120 lux dans les étables et les locaux adjacents et de 240 lux dans le local de traite. Si l'on part d'une exposition moyenne à la lumière à l'extérieur de 5000 lux (moyenne de plusieurs années pour un ciel uniformément couvert entre 7.30 et 17.30 h en Suisse), alors les quotients de la lumière du jour nécessaire (rapport entre l'intensité lumineuse à l'extérieur et l'intensité lumineuse à l'intérieur du bâtiment exprimé en %) sont de 1,2 à 2,4%. Le quotient de la lumière du jour dépend essentiellement de la grandeur des fenêtres, de la surface vitrée, de la disposition des fenêtres et du degré de réflexion à l'intérieur de l'étable. C'est pourquoi il n'y a pas une relation précise entre la surface des fenêtres et la surface de l'étable par rapport au quotient de la

lumière du jour. Cependant la surface des fenêtres donne une mesure indicative utilisable pour déterminer approximativement les besoins de l'étable en lumière naturelle.

Les propres expériences réalisées pendant l'hiver 1972/73 dans 33 étables bovines du plateau suisse construites entre 1940 et 1969 ont démontré (tab. 6) que pour 17 étables (55%) le quotient moyen de la lumière du jour se situait au-dessus de 2,1% (correspondant à 105 lux) et que pour les 14 autres étables (45%) le quotient était supérieur à 1,1% (correspondant à 55 lux). Le rapport entre la surface vitrée et la surface de l'étable variait dans le premier cas entre 1:10 et 1:20 et dans le second cas de 1:20 jusqu'à 1:40.

Par la comparaison avec des recherches antérieures (tab. 7) on constate que dans les anciennes étables l'intensité de l'éclairage moyen est beaucoup plus faible (p. ex. 13 lux) pour une surface vitrée beaucoup plus petite (p. ex. 1:100). Dans la plupart des anciennes étables l'intensité de la lumière du jour se situait en dessous de 20 lux (56%, 75%, 56% des étables examinées) en revanche dans 100 étables de construction récente, 68% de celles-ci présentaient une intensité de la lumière du jour supérieure à 20 lux.

Le développement favorable de l'éclairage des étables de la région préalpine a aussi été obtenu, en partie tout au moins, par l'amélioration de l'isolation thermique des bâtiments.

Il faut cependant être bien conscient que le meilleur des éclairages ne remplacera jamais le pacage et l'alpage.

### Riassunto

Secondo i risultati ottenuti è richiesta una relativamente bassa intensità luminosa per compiere le funzioni vegetative regolate dalla luce. Per il pollame sono sufficienti 5–10 lux e per gli altri animali domestici 20–30 lux.

Le esigenze dell'igiene, delle condizioni di lavoro e della prevenzione degli incidenti per quel che concerne la quantità di luce diurna e l'intensità della luce artificiale sono più elevate, dipendendo dalla grandezza dell'oggetto da osservare e dal grado di riflessione. In base a vari dati (tab. 2) è provato che nelle stalle ed in locali adiacenti sono sufficienti intensità luminose di 60–120 lux, ma nei locali di mungitura sono necessari 240 lux. Assumendo come media dell'intensità di luce all'aperto 5000 lux (essendo questa la media a lungo termine in condizioni di cielo regolarmente nuvoloso tra le 7.30 e le 17.30 in Svizzera), il quoziente di luce diurna necessaria (cioè il rapporto tra intensità di luce all'aperto e quella all'interno, espresso in percentuale) varia da 1,2% a 2,4%. Il quoziente di luce diurna dipende essenzialmente dalla dimensione delle finestre, dalla proporzione dei vetri, dalla disposizione delle finestre e dal grado di riflessione nella stalla. Perciò non si è una relazione definita tra il rapporto area finestre: superficie del pavimento ed il quoziente di luce diurna. Tuttavia l'estensione della superficie delle finestre è un indice significativo della quantità di luce diurna che si può prevedere nella stalla.

Gli esami personali condotti sull'altipiano svizzero durante l'inverno 1972/73 in 33 stalle di bovini, tutte costruite tra il 1940 e il 1969, hanno indicato che in 17 stalle (=55%) il quoziente medio di luce diurna era superiore al 2,1% (equivalente a 105 lux) e che nelle altre 14 (=45%) era superiore all'1,1% (ovvero 55 lux). Nel contempo il rapporto tra area vetrata e superficie del pavimento variava nel primo caso da più di 1:10 a 1:20, e nel secondo di 1:10 a meno di 1:40.

Il confronto con esami precedenti (tab. 7) dimostra che nelle stalle più vecchie sono state riscontrate intensità luminose medie considerevolmente più basse (cioè 13 lux) correlate con proporzioni notevolmente più piccole di superficie delle finestre (cioè 1:100). Inoltre nella maggior parte delle stalle più vecchie l'intensità luminosa era al di sotto dei 20 lux (nel 56%, 75% e 56% delle stalle esaminate), mentre nelle 100 fattorie di nuova costruzione il 68% aveva un'intensità di luce oltre 20 lux.

Questo favorevole incremento nelle condizioni di luminosità per le stalle di bovini nella regione prealpina è divenuto possibile non da ultimo per il molteplice perfezionamento del controllo della temperatura nelle stalle.

Però non si deve dimenticare che anche le buone condizioni di luce nelle stalle in nessun modo possono rappresentare un sostituto del pascolo all'aperto o in recinto delle vacche.

### Summary

According to the results obtained, relatively low light intensity is required to fulfill the vegetative directing functions of light. For poultry 5–10 lux are sufficient, for other domestic animals 20–30 lux.

The requirements of hygiene, working conditions and accident prevention as regards amount of daylight and intensity of artificial light are higher, depending on the size of the object to be seen and the degree of reflection. On the basis of various data (tab. 2) it is shown that in stables and adjacent rooms light strengths of 60–120 lux are adequate, but in milking places 240 lux are needed. Assuming the average light-intensity outdoors to be 5000 lux (this being the long-term average under conditions of evenly clouded sky between 7.30 and 17.30 in Switzerland), the necessary daylight quotients (i.e. proportion of light-intensity outdoors to that indoors, expressed in %) are 1.2% to 2.4%. The daylight quotient depends essentially on the size of the windows, the proportion of glass, the window arrangement and the degree of reflection in the stable. Therefore there is no definite relationship between the proportion window area: floor area and the daylight quotient. Nevertheless the amount of window area is a useful indication of how much daylight may be expected in the stable.

Personal examinations carried out on the Swiss plateau during the winter of 1972/73 in 33 cattle stables, all of them built between 1940 and 1969, showed that in 17 stables (= 55%) the average daylight quotient was more than 2.1% (equivalent to 105 lux) and in the other 14 (= 45%) it was more than 1.1% (or 55 lux). At the same time the proportion of window-pane area: floor area varied in the first case from more than 1:10 to 1:20, and in the second from 1:10 to less than 1:40.

Comparison with earlier examinations (tab. 7) shows that in older stables considerably lower average light intensities (e.g. 13 lux) were found with considerably smaller proportions of window area (e.g. 1:100). Also in most of the older stables the light intensity was below 20 lux (in 56%, 75% and 56% of the stables examined), whereas in 100 new farm buildings 68% had a light intensity of over 20 lux.

This favourable development in the light conditions in cattle stables in the pre-alpine region has been made possible not lastly by the manifold improvement in temperature control in the stables.

Yet it must not be forgotten that even good light conditions in stables are by no means a substitute for allowing the cattle out to pasture or into a yard.

### Literatur

- [1] Berthoud A.-L.: Relevés des conditions lumineuses dans des étables bovines de construction récente en Suisse. Semesterarbeit am Institut für Physiologie und Hygiene landw. Nutztier ETH 1973. – [2] Bothe S.: Stallhygienische Untersuchungen in einem niederbayrischen Praxisbezirk unter besonderer Berücksichtigung der Sterilität. Vet.-med. Diss. München 1965. – [3] Denninger F.-J.: Stallklimatische Untersuchungen in Aussiedlerhöfen des Landkreises Heilbronn unter besonderer Berücksichtigung der Stalltypen. Vet.-med. Diss. München 1965. – [4] DIN 18910: Klima im geschlossenen Stall. Entwurf März 1972. Beuth-Vertrieb GmbH, Berlin-Köln. – [5] Frey X.: Messungen der Beleuchtungsstärke in Rinderstallungen. Vet.-med. Diss. Zürich 1939. – [6] Goldinger J.: Untersuchungen von Rinder- und Schweineställen im Sinne der praktischen Stallkontrolle (Ein Beitrag zur Frage der Zusammenhänge zwischen Stall und Krankheit). Vet.-med. Diss. Zürich 1935. – [7] Hafez E.S.E.: Adaptation of Domestic Animals, S. 92. Lea & Febiger Philadelphia 1968. – [8] Heusser H.: Licht und Haustier. Schweiz. Arch. Tierheilk. 101, 573–588 (1959). – [9] Horn H.: Stallbauliche und stallklimatische Untersuchungen in Rinderställen des Kantons Appenzell (Schweiz). Vet.-med. Diss. München 1965. – [10]

Hungerbühler E.: Untersuchungen von Rinderstallungen im Sinne der praktischen Stallkontrolle (Ein Beitrag zur Frage der Zusammenhänge zwischen Stall und Krankheit). Vet.-med. Diss. Zürich 1935. – [11] Kalich J.: Vergleichende stallklimatische Untersuchungen in alten und neugebauten Rinderställen Süddeutschlands. Tierärztl. Umschau 16, 374–389 (1961). – [12] Knüsel F.: Beitrag zur Frage der Mitwirkung von Milieufaktoren bei Fruchtbarkeitsstörungen und Tuberkulose des weiblichen Hausrindes. Vet.-med. Diss. Zürich 1942. – [13] Kordts E. und Gravert H.O.: Untersuchungen über den Einfluss von künstlichem Licht und Bewegung auf die Fruchtbarkeit der Kühe. Kieler Milchwirtschaftl. Forschungsberichte 24, 15–22 (1972). – [14] Morris T.R.: The Effect of Light Intensity on Growing and Laying Pullets. Wld's Poult. Sci. J. 23, 246–252 (1967). – [15] Müller R. und Kurtz L.: Untersuchungen über Zusammenhänge zwischen Stallklima und Fruchtbarkeit des Rindes. Z. Tierzüchtg. Züchtungsbiol. 71, 146–154 (1958). – [16] Ness E.: Untersuchungen und Empfehlungen zur Anwendung von Kunst- und Tageslicht in landwirtschaftlichen Produktionsbauten. Arch. f. Landtechnik 7, 147–188 (1968). – [17] Ober J.: Gesundes Stallklima. Bayerischer Landwirtschaftsverlag München 1957. – [18] Rietschel/ Raiss: Heiz- und Lüftungstechnik, S. 334, 14. Aufl., Springer-Verlag Berlin-Heidelberg 1960. – [19] Rist M.: Grundlagen der Stall-Isolation und Stall-Lüftung. Schweiz. landw. Zschr. «Die Grüne» 99, 521–528 (1971). – [20] Schreiber G.: Untersuchungen über den Einfluss der Stallverhältnisse auf das Fortpflanzungsgeschehen der Rinder. Züchtungskde. 24, 107–121 (1952/53). – [21] Schweiz. Beleuchtungs-Kommission (SBK): Allgemeine Leitsätze für Beleuchtung. Schweiz. Elektrotechn. Verein (SEV) 4014, 1965 (4. Aufl.). – [22] Stephan E.: Über biometeorologische Strahlungseinflüsse auf den Organismus von Tieren. Dtsch. Tierärztl. Wschr. 70, 274–278 (1963). – [23] Stietenroth K.: Hygienische und wärmewirtschaftliche Forderungen bei Stallbau und Stallbetrieb. Bayerisches Landw. Jahrbuch 79, 613–683 (1934). – [24] Strebel J.: Untersuchungen von Rinderstallungen im Sinne der praktischen Stallkontrolle (Ein Beitrag zur Frage der Zusammenhänge zwischen Stall und Krankheit). Vet.-med. Diss. Zürich 1936. – [25] Strittmatter J.: Fortpflanzung und Wachstum von Goldhamstern (*Mesocricetus auratus*) bei Kunstlicht verschiedener Intensitäten. Vet.-med. Diss. Zürich 1968. – [26] Szoldatits F.: Stallhygienische Untersuchungen in Rinderställen des Kreises Laufen/Obb., Vet.-med. Diss. München 1962.

## REFERATE

**Einfluss der postpartalen Ruheperiode auf Fortpflanzungsstörungen und Länge der Zwischenkalbezeit.** Von D. Olds und T. Cooper. J. Am. Vet. Med. Ass. 157, 92-97 (1970) (engl.).

Die weitverbreitete Ansicht, dass das Belegen der Kühe vor dem 60. Tag post partum die Konzeptionsaussichten reduziere und zudem mit einer Reihe unerwünschter Probleme vergesellschaftet sei, gab Veranlassung, diesbezüglich Vergleichsuntersuchungen durchzuführen.

Kriterium	Tage zwischen Abkalbung und Erstbesamung	
	35 oder weniger	60 oder mehr
Anzahl gedeckte Kühe	272	405
Konzeption bei Erstbesamung (%)	26,8	51,1
Konzeption nach 1.-3. Besamung (%)	71,3	75,5
Wegen Sterilität ausgemerzt (%)	7,0	7,4
Aborte (%)	8,8	10,4

Die Auswertung von 50519 Registrierungen der Dairy Herd Improvement Associa-