

## STUDIORUM PROGRESSUS

## Belichtung und Legeleistung beim Huhn

Von A. STAFFE<sup>1</sup>, Bern

Die Entdeckung, daß durch zusätzliche Beleuchtung die Legeleistung beim Huhn angeregt wird, dürfte in Spanien gemacht worden sein, wo schon seit mehr als hundert Jahren die Steigerung der Eierproduktion durch Lichtwirkung geübt wird. Die systematische Verwendung der Beleuchtung der Legehennen zur Erhöhung der Erzeugung von Winteriern ging im zweiten Jahrzehnt dieses Jahrhunderts von Amerika aus und hat heute in der modernen Hühnerhaltung allgemein Eingang gefunden. In der Regel wird die zusätzliche Beleuchtung in den Monaten November bis März in den frühen Morgenstunden bis zum Tagesanbruch eingeschaltet.

Bei der *Erklärung* der merkwürdigen Lichtwirkung dachte man zunächst an die durch das Licht verursachte *Wärme*. Aber genaue Untersuchungen bewiesen, daß die Legeleistung im Bereich der normalen Stalltemperaturen temperaturunabhängig ist (WAGENER<sup>2</sup>). Auch die Erklärung, daß das während der Beleuchtungszeit zusätzlich aufgenommene *Futter* für die Leistungssteigerung verantwortlich zu machen sei, erwies sich als nicht stichhaltig (LERUER<sup>3</sup>). Auch ohne Futteraufnahme zeigen die beleuchteten Tiere eine erhöhte Legetätigkeit. Von ROWAN<sup>4</sup> und anderen wurde geltend gemacht, daß die Steigerung der Legeleistung durch die lichtveranlaßte Bewegung hervorgerufen werde. Dadurch komme es zu einer Erhöhung des Stoffwechsels, die sich letzten Endes in einer vermehrten Eiablage auswirke.

Um einen Beitrag zur Klärung der Frage zu liefern, ob die lichtveranlaßte Bewegung oder das Licht als solches die die Legeleistung steigernde Wirkung entfalten, wurde in der Zeit vom 1. November bis zum 31. März der Jahre 1948/49, 1949/50, 1950/51 eine größere Anzahl von Leghornhennen des gleichen Schlupftermins in der Schweizerischen Geflügelzuchtschule in Zollikofen einer nur wenige Sekunden dauernden Schockbeleuchtung mit einer 1500-Watt-Lampe unterworfen, während der die Tiere auf den Stangen, auf denen sie die Nacht verbringen, ruhig sitzenblieben. Zum Vergleich wurde jeweils die gleiche Zahl von gleichaltrigen Leghornhennen der üblichen Dauerbeleuchtung mit einer 40-Watt-Lampe (4 Uhr früh bis Tagesanbruch) unterworfen, während eine dritte, unbeleuchtete Gruppe als weitere Kontrolle diente. Die Zahl der verwendeten Hühner betrug im ersten Jahre je 6, in den beiden folgenden Jahren je 50. Da es bekannt ist, daß die Lichtwirkung durch Fraktionierung gesteigert wird (VAN DEN ECKHOUDT<sup>5</sup>), wurde die Schockbeleuchtung in den Jahren 1949/50 und 1950/51 in der Weise zur Anwendung gebracht, daß um 4 Uhr und um 4,45 Uhr eine 1500-Watt-Lampe für je 20 s mittels Uhrwerkes zum Aufblenden gebracht wurde (STAFFE<sup>6</sup>).

Das Ergebnis der Versuche war, daß im ersten Jahre die Schocktiere in der Eizahl über den dauerbeleuchteten standen, während sie im zweiten Jahre auf 89,1 % derselben kamen. Im dritten Jahr war das Bild folgendes:

Eizahl bei je 50 unbeleuchteten, schockbeleuchteten, dauerbeleuchteten Hühnern in der Versuchszeit November bis März (Monatssummen)

Monat	Unbeleuchtet	Schockbeleuchtet	Dauerbeleuchtet
November . .	371	385	545
Dezember . .	836	912	976
Januar . . .	692	845	707
Februar . . .	791	947	791
März . . . .	1188	1117	1172

Die Zusammenstellung läßt erkennen, daß die Schockbeleuchtung auch bei den Versuchen dieses Jahres einen analogen, die Eierleistung steigernden Einfluß hatte wie die Dauerbeleuchtung, ja daß sie nach einer Anlaufzeit von 2 Monaten (November-Dezember) die letztere im Effekt sogar übertrifft. Bei zunehmender Tageslänge im März verschimmt die Wirkung der zusätzlichen Beleuchtung bei dauer- und schockbeleuchteten Tieren, und beide Gruppen werden von den unbeleuchteten übertroffen.

Aus diesen Befunden kann gefolgert werden, daß bei den angestellten Versuchen nicht das vom Licht veranlaßte Wachsein, die physiologische Aktivität, zur Erhöhung der Legeleistung führte, sondern das Licht selbst.

Da die Eiablage den Endpunkt der in zahlreichen Phasen ablaufenden Oogenese darstellt, muß bei der durch die Lichtwirkung offenkundig hervorgerufenen Beschleunigung des im Geschlechtsorgan sich abspielenden Prozesses der Effekt des Lichtes, von den Punkten der Körperoberfläche, auf die es auftrifft, zur Sexualsphäre übermittelt werden.

Bei dem Versuch, diesen Wirkungsmechanismus zu erklären, eröffnen sich zwei Wege: die Wirkung des Lichtes

a) auf den Nervus opticus und die in der Haut um das Auge liegenden Nervenendigungen;

b) auf die von Federn nicht bedeckten Hautteile, vor allem den Kamm und die Kehllappen.

## 1. Stimulierung der Hypophyse durch das Licht

Daß auch beim Vogel dem Auge die vornehmlichste Rolle in der Lichtperzeption zukommt, wurde in zahlreichen Versuchen bewiesen (unter andern von BENOIT<sup>1</sup>). Aber auch bei Tieren, denen nach Entfernung der Augäpfel nur die Augenhöhlen bestrahlt wurden, war ein deutlicher Lichteffect zu beobachten. Die Vorstellung geht dahin, daß der vom Nervus opticus und den in der Augenhöhle und in der Haut um die Augen liegenden Nervenendigungen aufgenommene Lichtreiz schließlich die Hypophyse erreicht. Für den Endeffekt ist es dann von sekundärer Bedeutung, ob es auf diesem Wege zuerst zu einer Reizung der Thyreoidea durch ein thyreotropes Hypophysenhormon und von da zu einer solchen der beiden gonadotropen Hypophysenvorderlappenhormone kommt, oder ob die Inkretion der letzteren von der Hypophyse direkt angeregt wird. Neben der Wirkung auf die beiden Geschlechtshormone dürfte der Lichtreiz

<sup>1</sup> Institut für Tierzucht und Hygiene, Universität Bern, und Schweizerische Geflügelzuchtschule Zollikofen.

<sup>2</sup> K. WAGENER, Dtsch. tierärztl. Wschr. 56, 107 (1949).

<sup>3</sup> J. M. LERUER, Poultry Science 26, 202 (1947).

<sup>4</sup> W. ROWAN, Cambridge Philos. Soc. 13, 374 (1938).

<sup>5</sup> J. B. VAN DEN ECKHOUDT, Ann. Soc. Roy. Zool. Belg. 77, 83 (1947).

<sup>6</sup> A. STAFFE, Geflügelhof (Zollikofen) 18, 291 (1949); 27, 446, 510 (1950).

<sup>1</sup> J. BENOIT, Bull. biol. 71, 393 (1937).

der Hypophyse auch einen glykotropen Faktor auslösen, dessen Rolle in einer Glykogenmobilisierung besteht.

Die beiden Fraktionen des gonadotropen Hormones, bzw. die Sexualhormone, deren Inkretion sie anregen, bewirken eine Permeabilitätssteigerung im Bereich der Sexualsphäre, damit eine bessere Durchblutung des Ovarialtraktes und führen so zu einer Hypertrophie des Ovariums und schließlich zu rascherer Oogenese und beschleunigter Eiablage.

Im gleichen Sinne (Durchblutungssteigerung mit den eben genannten weiteren Folgen) dürfte die Blutzuckererhöhung wirken, welche auf die vom Lichte stimulierte Inkretion des glykotropen Faktors der Hypophyse zurückgeht. Jede Ovulation ist beim Säugetier (DEMME<sup>1</sup>) wie beim Vogel (RIDDLE)<sup>2</sup> mit einer Erhöhung des Blutzuckerspiegels verbunden. Zur Zeit der Schockbeleuchtung, 4 Uhr früh, weist der Blutzucker des Huhnes seinen tagesperiodischen Gipfel auf (170 mg % gegen 130 mg % am Nachmittag, STAFFE)<sup>3</sup>. Der Lichtreiz der Schockbeleuchtung, der in der Zeit des durch die endogene Periodizität bedingten Glukosemaximums die Hypophyse trifft, dürfte durch den Effekt auf die Stimulierung der gonadotropen Hormone und des glykotropen Faktors besonders wirkungsvoll sein. Alles in allem gewinnt es den Anschein, daß die temporäre Blutzuckeranreicherung mit der lichtstimulierten Erhöhung der Legetätigkeit in einem gewissen ursächlichen Zusammenhang steht.

## 2. Lichtreiz auf die Haut

Daß die Hautbeleuchtung bei Vögeln eine Wirkung auf die Sexualsphäre auszuüben vermag, wurde durch Versuche IVANOVAS<sup>4</sup> bewiesen. Sperlinge, denen am Rücken und auf der Brust die Federn abgeschnitten worden waren, wiesen nach Beleuchtung deutlich größere Hoden auf als vollbefiederte Vergleichstiere. Kamm und Kehllappen, zwei wichtige sekundäre Geschlechtsmerkmale des Huhnes, sind besonders stark kapillarisierte Hautgebilde, die auf der Höhe der Legetätigkeit eine auffallende Größenzunahme («Schwellen des Kammes») aufweisen, die sich histologisch in einer Erhöhung der Epithelschicht und – mit einer Erweiterung der Gefäße – in einer stärkern Durchblutung zu erkennen gibt (CHAMPY)<sup>5</sup>.

a) *Sulphydrilhypothese der Lichtwirkung.* Die Forschungen der letzten zwei Dezennien machen Beziehungen der biologischen Lichtwirkung auf die Haut zu der Stoffklasse der Sulphydrilkörper (SH) oder Thiole wahrscheinlich, an denen nach den Untersuchungen von WALKER<sup>6</sup> die Haut besonders reich ist. Sie sind hier namentlich in der Keimschicht der Oberhaut, dem

Stratum germinativum, angereichert, wo sie auch von den kürzeren Wellenlängen des Lichtes erreicht werden können. Während das ultraviolette Licht in der Haut Sulphydrilkörper neu zu bilden vermag, spielt sich der Einfluß des sichtbaren Lichtes in der Haut an den von Natur aus hier vorhandenen Thiolen ab, indem er die Reduktionswirkung derselben beschleunigt (ORTMANN)<sup>1</sup>. Diese Reduktionsvorgänge sind besonders für den Bereich der Sexualhormone wichtig. Das Follikelhormon kommt im Blute und in den Geweben in zwei Formen vor, die zueinander im Verhältnis der Reduktions- zur Oxydationsstufe stehen (DISCHERL<sup>2</sup> und WESTPHAL)<sup>3</sup>. Die um zwei Wasserstoffatome reichere Reduktionsform, das Östradiol, ist um das mehrfache wirksamer als die Oxydationsform, das Östrol. Es ist vorstellbar, daß aus der belichteten Haut ein reduzierender Wasserstoffstrom ins Körperinnere fließt und hier zu erhöhter Bildung von Östradiol führt, das die Oogenese beschleunigt.

Für die Annahme einer Beteiligung der Histaminwirkung an der lichtveranlaßten Leistungssteigerung würde die bei den Lichtschockversuchen in Erscheinung getretene relativ lange Anlaufzeit (Latenzzeit 1 bis 2 Monate, November, Dezember) der Lichtwirkung sprechen. Vielleicht kommt es erst nach durch längere Zeit wiederholter Schockwirkung zur Abgabe so großer Histaminmengen, daß sie bei der Durchblutungssteigerung des Ovariums eine Rolle spielen.

Für die Erlaubnis, die Versuche in der Schweizerischen Geflügelzuchtschule durchführen zu dürfen, und die warme Förderung derselben, sei auch an dieser Stelle dem Direktor der Schule, Herrn Dr. H. ENGLER, bestens gedankt.

## Summary

The well known increase of egg production in laying hens during the winter months induced by continuous illumination can also be induced by a single shock lighting. This can be done by applying a 1500 Watt lamp twice daily at 4 and 4<sup>45</sup> a. m. for 20 seconds each time. Since the animals remain sitting on their roosts, the increase of egg production must be due to a direct influence of light via the optic nerve or some cutaneous receptors. The relationship between gonadotropic hormones of the anterior lobe of the hypophysis, blood sugar level and the ovary is discussed briefly.

<sup>1</sup> P. ORTMANN, Naunyn Schmiedebergs Arch. 193, 96 (1929).

<sup>2</sup> W. DISCHERL, Hoppe Seylers Z. 239, 53 (1936).

<sup>3</sup> U. WESTPHAL, Hoppe Seylers Z. 273, 1 und 14 (1942).

## Corrigendum

B. C. DE LANDSHEERE, *Effect of Indirubin on White Blood Cell Count of the Guinea Pig*, Exper. 7, 307 (1951):

L'auteur fait remarquer qu'une faute s'est glissée dans le résumé français: après les mots acide bêta-indolyl-acétique, le terme entre parenthèses: (auxine b), doit être changé en (hétérauxine).

<sup>1</sup> M. DEMME, Dtsch. tierärztl. Wschr. 40, 117 (1933).

<sup>2</sup> O. RIDDLE, Endocrinology 13, 311 (1929).

<sup>3</sup> A. STAFFE, Geflügelhof (Zollkofen) 18, 291 (1949); 27, 446, 510 (1950).

<sup>4</sup> S. IVANOVA, Arch. exp. Path. Pharmacol. 179, 349 (1935).

<sup>5</sup> Ch. CHAMPY und N. KRITCH, Arch. morph. gener. exper. 25, 1 (1926).

<sup>6</sup> E. WALKER, Biochem. J. 19, 1085 (1925).