

Animal Sciences Group

Divisie Veehouderij, kennispartner voor de toekomst



process for progress

Rapport 61

Kunstlicht in de pluimveehouderij

Augustus 2007



ANIMAL SCIENCES GROUP

WAGENINGEN UR

Colofon

Uitgever

Animal Sciences Group van Wageningen UR
Postbus 65, 8200 AB Lelystad
Telefoon 0320 - 238238
Fax 0320 - 238050
E-mail Info.veehouderij.ASG@wur.nl
Internet <http://www.asg.wur.nl>

Redactie

Communication Services

Aansprakelijkheid

Animal Sciences Group aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Liability

Animal Sciences Group does not accept any liability for damages, if any, arising from the use of the results of this study or the application of the recommendations.

Losse nummers zijn te verkrijgen via de website.



De certificering volgens ISO 9001 door DNV onderstreept ons kwaliteitsniveau. Op al onze onderzoeksopdrachten zijn de Algemene Voorwaarden van de Animal Sciences Group van toepassing. Deze zijn gedeponeerd bij de Arrondissementsrechtbank Zwolle.

Referaat

ISSN 1570 - 8616

Auteur(s): H.H. Ellen, R.A. van Emous, J.W. Kruit

Titel: Kunstlicht in de pluimveehouderij
Rapport 61

Samenvatting

Verlichting is een belangrijke productiefactor bij pluimvee. Kippen zien op een andere manier en ook meer kleuren dan mensen. Er zijn verschillende systemen mogelijk in een stal, afhankelijk van de diercategorie. Bij de keuze moet men ook letten op wet- en regelgeving. Voor het maken van een goede keuze is het zinvol om bij meerdere leveranciers een offerte op te vragen.

Trefwoorden: verlichting, lampen, licht, pluimvee



Rapport 61

Kunstlicht in de pluimveehouderij

Artificial light in poultry

H.H. Ellen

R.A. van Emous

J.W. Kruit

Augustus 2007

Voorwoord

In Nederland worden kippen overwegend gehouden in stallen waar daglicht geen toegang heeft. Hoewel de afgelopen jaren er wel een toename is in het werken met daglicht, is aanvullende verlichting door middel van lampen nodig. Vooral bij huisvestingsystemen waarbij de inrichting zorgt voor donkere plaatsen. Volièrehuisvesting bij leghennen is daar een bekend voorbeeld van. Het plaatsen van een simpele gloeilamp kan dan een oplossing zijn, maar er zijn natuurlijk betere alternatieven met lagere kosten. Ook voor de andere diercategorieën in de pluimveesector zijn er meer verlichtingsystemen op de markt om uit te kiezen. Dit rapport probeert een overzicht te geven van de verschillende systemen. We hopen dat de informatie in dit rapport kan helpen als een pluimveehouder voor de vraag staat om een nieuw verlichtingssysteem te kiezen.

Ing. H.H. Ellen
Projectleider

Samenvatting

Verlichting is voor pluimvee een belangrijke factor. De daglengte en de lichtsterkte beïnvloeden voerverbruik en productie. Vooral in de nieuwe alternatieve systemen voor leghennen is goede verlichting een van de manieren om pikkerij en kannibalisme onder controle te houden; daarbij is een juiste lichtverdeling van belang voor het beperken van het aantal buitennesteieren. Bij vleeskuikens, kalkoenen en eenden is verlichting een van de onderdelen om de resultaten te optimaliseren. Vooral de invloed van gekleurd licht op de dieren heeft de laatste jaren de aandacht gehad van de pluimveehouders.

Pluimvee reageert anders op licht dan mensen. Het zichtbare spectrum is breder, pluimvee is tetrachromaat, ze hebben naast de grondkleuren: blauw, geel en rood een extra piek in het ultraviolette licht. Pluimvee reageert ook op licht dat buiten het oog om binnenkomt.

Lampen zijn in te delen in drie groepen als het gaat over de manier waarop het licht tot stand komt:

- **Temperatuurstralers:** licht wordt opgewekt door elektrische verwarming van een gloeidraad (bijvoorbeeld een gloeilamp).
- **Gasontladingslampen:** elektromagnetische straling wordt opgewekt door een elektrische stroom door een gas te laten lopen (bijvoorbeeld een TL-lamp).
- **Omzetting door halfgeleider materialen:** elektrische straling ontstaat wanneer stroom loopt door een P-N overgang (een diode) (bijvoorbeeld een LED-lamp).

Bij gasontladingslampen bepaalt de frequentie van de lamp de mate van het aantal flikkeringen die een lamp per seconde heeft. Laagfrequente lampen hebben meestal 100 flikkeringen per seconde. Pluimvee kan lichtflitsen tot 160 Hertz waarnemen, ze nemen dit waar als een soort discoverlichting (negatief stroboscopisch effect). Hoogfrequente lampen en monochromatisch licht vertonen dit negatieve effect niet. Naast de frequentie hebben de lichtintensiteit (hoeveelheid licht) en kleur van het aangeboden licht ook invloed op het gedrag van pluimvee.

De CE-markering en de KEMA-KEUR zijn kwaliteitsnormen voor verlichtingsystemen. Verder bestaat er een internationaal toegepast IP-classificatie systeem dat aangeeft in hoeverre een materieel of materiaal bestendig is tegen stof, water en mechanische krachten.

Voor de huisvesting van pluimvee is in verschillende wet- en regelgeving iets opgenomen met betrekking tot verlichting. In een aantal gevallen wordt een minimale lichtsterkte van 20 lux op dierniveau voorgeschreven. Andere eisen zijn het geven van daglicht en per 24 uur een minimale aaneengesloten donkerperiode.

Voor de verlichting in scharrelstallen kan men kiezen uit vier soorten lichtbronnen: hoogfrequente TL, PL-ORION, SL en gloeilampen. De hoogfrequente TL en het PL-ORION systeem hebben een aantal voordelen wat betreft stroomverbruik, lichtverdeling en effect op gedrag, waardoor deze een voorkeur hebben voor toepassing. In voliërestallen kan men kiezen uit dezelfde hoofdverlichting als in scharrelstallen. Men moet wel rekening houden met schaduwplekken in de stal. Voor bijverlichting komt LED-verlichting als beste optie naar voren vanwege het lage energieverbruik, de veiligheid en de lange levensduur.

Men kan uit drie soorten verlichtingsbronnen kiezen voor de verlichting van vleeskuiken-, kalkoenen- en eendenstallen: hoogfrequente TL, PL-ORION en hogedruk natriumlampen. Alle genoemde mogelijkheden geven goede resultaten. De hogedruk natriumlamp is in aanschaf, onderhoud en energiekosten het goedkoopst. De hoogfrequente TL en het PL-ORION systeem voldoen iets beter aan de technische eisen om te komen tot een optimaal verlichtingsklimaat.

Gebleken is dat de prijzen van de leveranciers van verlichting vaak verschillen. Het is aan te raden altijd offertes aan te vragen bij meerdere leveranciers. Naast de offerte is het belangrijk een lichtplan te vragen zodat bekend is hoe de lichtverdeling in de stal eruit komt te zien.

Summary

Light is an important factor for poultry. Day length and light intensity affect feed intake and production such as growth and number of eggs. Especially in alternative housing systems for laying hens is a sufficient lighting system one of the factors to keep cannibalism or feather pecking under control and to avoid floor eggs. For broilers, turkeys and ducks light is one of the factors to optimise the technical results. Coloured light was an item with more attention of the poultry farmers the last years.

Poultry reacts in an other way on light. Birds see more colours as humans, they are tetrachromat and also see ultra violet. They also react on light that is not coming through the eyes.

Artificial light can be divided in three groups by the way the light is produced:

- **Incandescence:** light is produced by heating a wire through electricity
- **Luminescence:** electromagnetic radiation is caused by running electricity through an gas
- **Semiconductor:** electric radiation caused by electricity through a diode

The frequency of the lamp in tube lights sets the number of flashes per second. Low frequency lamps have mostly a frequency of 100 flashes per second (50 Hz). Poultry is capable to see flashes up to 160 Hz. They see it as a kind of disco effect. Lamps with high frequency or lamps with monochromatic light (only one colour) don't have this effect. Not only the frequency has an effect on the behaviour of poultry, light intensity and colour have also.

There are quality standards that light equipment has to meet. One of them is the CE-standard. Also there is the international IP-classification which specifies whether the equipment withstands dust, water or mechanical forces. In relation to the housing of poultry there is some legislation. In some of them light intensity of 20 lux is prescribed on bird level. Sometimes day light is required or a minimum period of darkness.

In deep litter systems for laying hens next lighting systems can be used: high frequency fluorescent lamps (HF-FL), PL-Orion, SL-lamps or incandescent lamps. The advantage of HF-FL and PL-Orion are less energy use, better distribution and better behaviour of the birds. Therefore they have a small preference.

In aviary systems as main lighting system the same as in deep litter systems can be used. There should be an awareness of dark places because of the equipment in the house. On those places extra lighting is needed. LED's are very useful for this purpose because of the low energy use, safety and long life expectancy.

In houses for broilers, turkeys or ducks three systems are possible: high frequency fluorescent lamps (HF-FL), PL-Orion or high-pressure sodium lamps. The last mentioned is the cheapest. The HF-FL and the PL-Orion meet the technical demands a little bit better.

Prices of lighting systems vary very much from one supplier to another. The best thing to do is to ask several suppliers for an offer.

Inhoudsopgave

Voorwoord

Samenvatting

Summary

1	Inleiding	1
2	Wat is licht	2
2.1	Licht en kleur.....	2
2.2	Lichtsterkte en lichtstroom.....	3
2.3	Verlichtingssterkte	4
2.4	Luminantie en rendement	4
3	Licht en kippen	6
3.1	Het kippenoog	6
3.2	Daglicht.....	7
3.3	Kleurwaarneming	7
3.4	Daglengte.....	9
3.5	Lichtintensiteit	9
3.6	Frequentie	10
4	Wet- en regelgeving	11
4.1	IP-classificatie.....	11
4.2	CE-markering.....	11
4.3	KEMA-keur.....	11
4.4	Wetgeving op verlichtingsgebied in de pluimveehouderij	11
5	Lichtbronnen in de pluimveehouderij	14
5.1	Gloeilampen	14
5.2	Gasontladingslampen	14
5.2.1	TL-lampen	15
5.2.2	Industrial Tube Lighting (ITL).....	16
5.2.3	PL-lampen.....	16
5.2.4	SL-lampen.....	17
5.2.5	Hogedruk natriumlampen / sodium lampen	17
5.3	Bijverlichting volière systemen	18
5.3.1	Slangenverlichting	18
5.3.2	LED-verlichting	19
5.4	Nieuwe ontwikkelingen	20
5.5	Dimbaarheid	21
5.6	Armatuuren	21
6	Toepassing en aandachtspunten	22
6.1	Leghennen	22
6.2	Vleeskuikenouderdieren.....	24
6.3	Vleeskuikens, vleeskalkoenen en vleeseenden	24

7	Investerings en exploitatiekosten.....	26
8	Aanbevelingen	28
Bijlagen	.....	29
	Bijlage 1 IP-classificatie.....	29
	Bijlage 2 Investerings- en exploitatieberekening	31
Literatuur		32

1 Inleiding

Verlichting is voor pluimvee een belangrijke factor. De daglengte en de lichtsterkte beïnvloeden voerverbruik en productie. Vooral in alternatieve systemen voor leghennen is goede verlichting één van de manieren om pikkerij en kannibalisme onder controle te houden. Verder is de juiste lichtverdeling en plaats van de verlichting van belang voor het beperken van het aantal buitennesteieren bij leghennen. Via wet- en regelgeving wordt steeds vaker eisen gesteld aan de lichthoeveelheid in pluimveestallen.

Aanleiding

Als aanvulling op de onderzoeken die de Animal Sciences Group van Wageningen-UR de laatste jaren uitvoert op het gebied van nieuwe huisvestingsvormen in de legpluimveehouderij is in deze publicatie gekeken naar de ontwikkelingen die vanuit de sector gaande zijn op het gebied van kunstlicht. Doordat de laatste jaren veel veranderingen gaande zijn op het gebied van huisvesting van leghennen, de opkomst van scharrel-, voliëre- en verrijkte kooi systemen, is het belangrijk dat de verschillende verlichtingsmogelijkheden eens goed in kaart worden gebracht.

In vleeskuiken- en kalkoenenstallen worden verschillende soorten lampen gebruikt voor het verlichten van de stallen. Naast het gebruik van SL-lampen of TL-verlichting voor het geven van 'wit' licht, wordt ook gekozen voor gekleurd licht. Gekleurd licht wordt om verschillende redenen toegepast. Dat varieert van het besparen van de kosten voor de verlichting tot het verbeteren van de technische resultaten. In deze publicatie is gekeken naar de aanschaf- en energiekosten van de verschillende soorten verlichtingsbronnen.

In de publicatie komen de volgende onderdelen aan de orde:

- technische beschrijving van licht
- verlichtingsaspecten die voor pluimvee van belang zijn
- wet- en regelgeving die van toepassing is op verlichting in pluimveestallen
- het in kaart brengen van mogelijkheden op verlichtingsgebied binnen de (leg)pluimveehouderij
- stroomverbruik, levensduur, duurzaamheid van de verschillende verlichtingsbronnen
- praktische en economische analyse van de verschillende mogelijkheden
- veiligheid van de verschillende verlichtingsmogelijkheden
- nieuwe ontwikkelingen op het gebied van verlichting.

Deze publicatie is vooral gericht op de **technische aspecten van kunstlicht** in pluimveestallen. In de publicatie wordt niet ingegaan op de verschillende lichtschema's in de pluimveehouderij die worden gebruikt bij het opfokken van leghennen of vleeskuikenunderdieren of tijdens de productieperiode van de dieren. Hoewel een belangrijke vorm van verlichting zijn de mogelijkheden van het geven van daglicht ook geen onderwerp in deze studie geweest.

2 Wat is licht

In dit hoofdstuk schenken we aandacht aan zichtbare straling, dat wil zeggen: licht. Voor de verlichting van ruimten is de hoeveelheid licht die door de verschillende lichtbronnen wordt uitgezonden van belang. De belangrijkste grootheden en eenheden worden besproken.

2.1 Licht en kleur

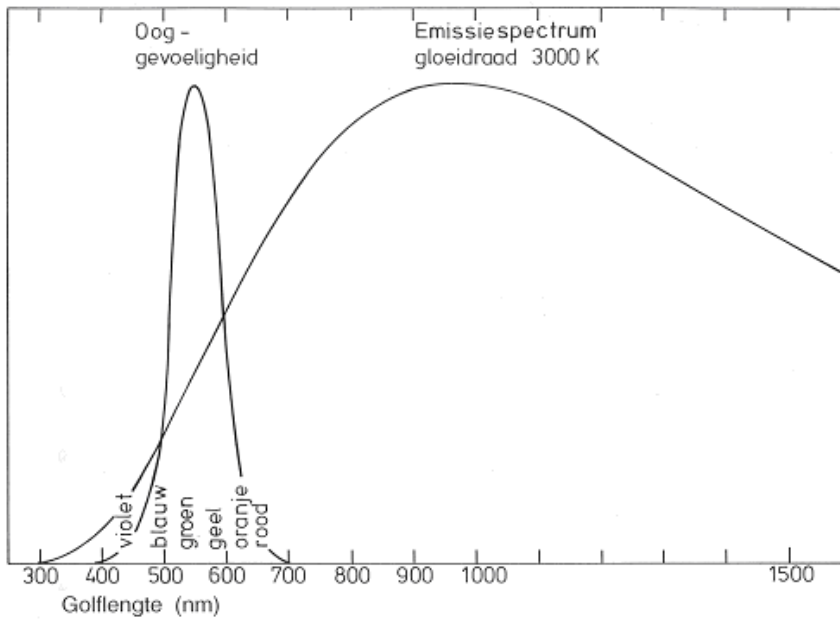
De golflengte van licht, dat voor mensen zichtbaar is, varieert tussen circa 400 en 700 nm. Bij iedere golflengte hoort een aparte kleurindruk (tabel 1).

Tabel 1 Golflengtes en kleuren

λ (nm)	Kleur
400	Violet
450	Blauw
530	Groen
580	Geel
610	Oranje
700	Rood

De meest gebruikte lichtbron, de gloeilamp, is een temperatuurstraler. Het licht wordt uitgestraald door een gloeidraadje met een temperatuur van bijna 3×10^3 K (1 graad Kelvin= 273 °C). In figuur 1 is de emissiekromme van een zwarte straler met deze temperatuur geschetst. Daarbij valt op dat slechts een klein deel van het totale vermogen in het gebied van het voor mensen zichtbare licht zit. De meeste straling is infrarood (warmte). Dat we het licht van een gloeilamp toch als wit zien, in plaats van roodachtig geel, is een gevolg van een onwillekeurige aanpassing in onze hersenen. Dat gloeilamplicht niet wit is, is pas goed te zien als we (zonder gebruik te maken van een flitser) een kleurenfoto maken bij kunstlicht. Ook het tegenovergestelde verschijnsel is bekend: de sneeuw in het hooggebergte ziet er op een kleurenfoto blauwachtig uit, omdat het zonlicht daar relatief veel blauw en violet bevat. Met onze eigen ogen zien we zulke sneeuw toch als wit.

Figuur 1 Spectrale verdeling van een gloeidraad bij 3.000 K en de ooggevoeligheid van mensen



Kleurtemperatuur

Ieder soort licht heeft een bepaalde kleur. Zo kun je merken dat 's morgens en 's avonds het licht van de zon veel roder is dan overdag. Om deze kleur te kunnen uitdrukken is er het begrip kleurtemperatuur (aangeduid met de letter k). De kleurtemperatuur is een maat voor de kleurindruk van het licht. Deze wordt aangeduid in graden Kelvin (K). Warm licht heeft een lage kleurtemperatuur. Koel licht heeft een hoge kleurtemperatuur. We onderscheiden vier categorieën:

- lager dan 2.900 K = extra warmwit
- omstreeks 3.000 K = warmwit
- omstreeks 4.000 K = fris (neutraal) wit
- hoger dan 5.000 K = koelwit

Als men een stuk metaal gaat opwarmen, zal het bij een bepaalde temperatuur beginnen te gloeien. Is het stuk metaal 2.300 graden Kelvin, dan zal het rood gaan gloeien, bij 5.000 Kelvin straalt het meer wit licht uit en bij 10.000 Kelvin meer blauw licht. Deze waarden zijn overgenomen om een kleurtemperatuur van bestaande lichtbronnen te bepalen. Kleurtemperatuur heeft dus niets te maken met de warmte van een lichtbron, maar vertelt ons meer over de kleur van een lichtbron.

Kleurweergave Index

Een meer bekende waarde bij verlichting is de kleurweergave-index of Ra-waarde van het licht. De Ra-waarde is een getal tussen 0 en 100 dat aangeeft hoe natuurgetrouw kleuren in het betreffende licht worden weergegeven. Natuurlijke lichtbronnen als de zon staan garant voor de hoogste kleurweergave-index: 100. De kleurweergave-index van een lamp is lager dan 100 naarmate de kleurweergave meer afwijkt van die van een vergelijkbare natuurlijke lichtbron. De kleurweergave is in te delen in de volgende categorieën:

- zeer goede kleurweergave: Ra = 90 - 100
- goede kleurweergave: Ra = 80 - 90
- matige kleurweergave: Ra = 50 - 80

Binnen de natuurkunde wordt licht omschreven met de golflengte. Hoe langer de golflengte hoe "roder" het licht. Het voor ons zichtbare licht heeft een golflengte van circa 400 nanometer (indigo blauw) tot circa 700 nanometer (diep rood). Het spectrum is te verdelen in drie hoofdgroepen blauw, groen en rood. De Ra-waarde van lichtbronnen waarin alle golflengten vertegenwoordigd zijn is 100. Dit zijn de zogenaamde temperatuurstralers: gloeilampen, gaslampen en zonlicht. In tegenstelling tot de temperatuurstralers zijn bij gasontladingslampen zoals TL-buizen niet alle golflengten aanwezig. Kleuren worden hierdoor niet natuurgetrouw weergegeven en vaak treedt er zelfs een kleuromslag of metamerie op (verschijnsel dat twee kleuren die onder de ene lichtbron er hetzelfde uit zien, onder een andere lichtbron toch verschillend zijn). De Ra waarde van de beste TL-buizen is ongeveer 95. De kleuraanduiding wordt gegeven door middel van een nummer. Iedere fabrikant maakt gebruik van zijn eigen kleuraanduiding. In de meeste gevallen wordt de kleuraanduiding van Philips gehanteerd. De kleuraanduiding van Philips is afgeleid van de kleurweergave-index en de kleurtemperatuur. Er wordt gebruik gemaakt van een uit drie cijfers bestaand nummer. Bijvoorbeeld de kleur 840. Het eerste cijfer geeft de kleurweergave weer, deze is in dit geval minstens 80 Ra. Het tweede en derde cijfer geven de kleurtemperatuur weer, in het voorbeeld 4.000 K.

2.2 Lichtsterkte en lichtstroom

De door een gloeilamp (of andere lichtbron) uitgestraalde hoeveelheid licht wordt niet alleen bepaald door het vermogen van die lamp, maar ook door de temperatuur van de gloeidraad. Hoe hoger de temperatuur, hoe groter het aandeel aan zichtbaar licht, dus ook hoe groter het rendement van de lichtbron. Het optimum ligt bij een temperatuur van ongeveer 6×10^3 K. Dit is de temperatuur van de buitenkant van de zon. Bij die temperatuur ligt het maximum van de emissiekromme midden in het zichtbare licht.

Een extra probleem is dat onze ogen niet voor alle kleuren even gevoelig zijn. Om deze redenen is het niet goed mogelijk een wiskundig verband te leggen tussen het opgenomen vermogen van een lamp en de uitgestraalde hoeveelheid licht. Daarom zijn voor de hoeveelheid licht aparte grootheden en eenheden ingevoerd.

Lichtsterkte

De grootte die een maat is voor de hoeveelheid licht die door een lichtbron wordt uitgestraald, is de lichtsterkte I , met als eenheid de candela (cd). Daarbij wordt de volgende definitie gehanteerd:

Een zwarte straler met een oppervlak van $1/60 \text{ cm}^2$ en een temperatuur van 2034 K (smeltpunt van platina) heeft een lichtsterkte van 1 candela (cd).

Praktisch is deze definitie natuurlijk niet; ze wordt alleen gebruikt om lichtsterktemeters te ijken.

Lichtstroom

Wanneer een lichtbron puntvormig is, straalt deze naar alle kanten evenveel licht uit. Als we ons vanuit die lichtbron een kegelvormige lichtbundel voorstellen, dan heet de hoeveelheid lichtenergie in die bundel de lichtstroom Φ , uitgedrukt in lumen (lm). De lichtstroom die door een vlak van 1 m² gaat dat loodrecht staat op de richting van de lichtstralen, op een afstand van 1 m van een lichtbron met een lichtsterkte van 1 cd, heeft een sterkte van 1 lm.

2.3 Verlichtingssterkte

De grootte lichtsterkte zegt iets over de intensiteit van de lichtbron; de grootte lichtstroom kenmerkt de intensiteit van de lichtbundel. In veel gevallen is het echter belangrijk te weten hoe sterk een voorwerp verlicht wordt. De grootte die daarvoor gebruikt wordt, is de verlichtingssterkte.

De verlichtingssterkte E in een punt van een vlak is de lichtstroom loodrecht op dit vlak, gedeeld door de grootte van het verlichte oppervlak. Als eenheid van verlichtingssterkte wordt de lux (lx) gebruikt: 1 lux = 1 lm/m². Deze eenheid wordt meestal gebruikt om de gewenste hoeveelheid licht op een bepaalde plaats aan te geven. Ook in de wet- en regelgeving gericht op de huisvesting van pluimvee.

In tabel 2 is een overzicht gegeven van een aantal situaties met de daarbij optredende lichtsterktes.

Tabel 2 Lichtsterkte in een aantal situaties (Molenaar, 2003)

Situatie	Verlichtingssterkte (lux)
Daglicht bij volle zon midden zomer	50.000 - 100.000
Daglicht bij betrokken hemel	1.000 - 10.000
Daglicht gemiddeld	5.000
Schemering	10
Volle maan bij heldere hemel	0,25
Nieuwe maan bij heldere hemel	0,002
Geheel maanloze, zwaar bewolkte nacht	0,001
Bureauverlichting	200 - 800
Leeslicht (werkvlak)	400
's Avonds normaal verlichte kamer	25 - 50
Leesdrempel mens (krant te lezen)	0,3
Grens kleuren zien mens	0,1
Grens zien voor aan donker geadapteerd oog mens	0,0001

2.4 Luminantie en rendement

De totale lichtstroom die door een TL-buis van 40 W (elektrisch opgenomen vermogen) wordt uitgestraald, is ongeveer even groot als die van een gloeilamp van 100 W. Toch ziet die gloeilamp er veel feller uit. Dit is een gevolg van het feit dat het lichtuitstralend oppervlak van een TL-buis veel groter is dan dat van een gloeilamp. Het quotiënt van de lichtsterkte en het lichtuitstralend oppervlak noemt men de luminantie L van een lichtbron, uitgedrukt in candela per vierkante meter (cd/m²). Hoe hoger de luminantie van een lichtbron, hoe feller die lichtbron voor onze ogen is (tabel 3). Onze ogen zijn in staat luminanties van ongeveer 10⁻⁵ cd/m² (gezichtsdrempel) tot 10⁵ cd/m² (pijngrens) waar te nemen.

Een ander belangrijk punt van kunstmatige lichtbronnen is het rendement, dat wil zeggen: de lichtstroom die per opgenomen Watt wordt uitgestraald. Uit tabel 3 blijkt dat TL-buizen wat dit betreft het gunstigst zijn.

Tabel 3 Luminantie en rendement van enkele lichtbronnen

Lichtbron	L (cd/m ²)	Rendement (lm/W)
Halogeenlamp (20 W)	1 x 10 ⁷	40
Matte gloeilamp (60 W)	5 x 10 ⁴	25
TL-buis (40 W)	8 x 10 ³	1,1 x 10 ²
Kaarsvlam	2 x 10 ⁴	0,1
Zon	1,5 x 10 ⁹	
Wit papier (400 lux)	1 x 10 ⁻²	

Hoe langer men een lamp gebruikt, des te slechter wordt de lichtopbrengst en daarmee ook het rendement. Dit komt vooral doordat een lamp vervuilt raakt, de lamp ouder wordt en door slijtage. Een lamp raakt vervuilt door allerlei materialen in de lucht, zoals stof, vliegen en water (vocht). De vervuiling kan voorkomen worden door gebruik te maken van goede armaturen met een hoge IP-classificatie (zie hoofdstuk 3). Naarmate de levensduur korter wordt en de lamp langer in gebruik is, is het aannemelijk dat de lichtsterkte afneemt. Slijtage van een lamp ontstaat voornamelijk door het veelvuldig aan en uit doen van een lamp.

3 Licht en kippen

In dit hoofdstuk wordt een beeld gegeven van hoe kippen reageren op licht. Eerst worden de verschillen tussen het oog van een kip en van een mens toegelicht. Daarna komen een aantal belangrijke aspecten aan de orde met betrekking tot verlichting in de pluimveehouderij in relatie tot gedrag en productie.

3.1 Het kippenoog

De ogen van pluimvee zijn grotendeels hetzelfde opgebouwd als het mensenoog. De verschillen tussen mensen en kippen bespreken we hieronder.

Eigenschappen en opbouw van het oog

De kip heeft een kleine hersenschors met een grote goed ontwikkelde hypothalamus. De optische kwabben zijn goed ontwikkeld, waardoor kippen goed kunnen zien. De ogen staan aan de zijkant van hun hoofd in plaats van aan de voorkant; hierdoor hebben ze een breed gezichtsveld. Ook zijn de ogen afgeplat, wat een nog groter gezichtsveld geeft.

Binoculair zicht (tweeogig) geeft een goede afstandschatting. De kip heeft een goed binoculair gezichtsveld vlak voor zijn snavel en dat is belangrijk voor het vinden van voedsel. Met één oog kan de kip niet goed afstand schatten, maar wel beweging ontdekken (belangrijk om roofdieren te mijden of andere vogels te volgen).

Kippen hebben ook een derde ooglid wat over het oog glijdt op de wijze waarop mensen knipperen met hun ooglid. Kippen kijken je nooit recht aan maar zij draaien de kop zo dat één oog op je gericht is.

Bij de mens heeft het oog twee functies voor het waarnemen. Deze twee functies worden verricht door:

1. de staafjes; deze zijn zeer lichtgevoelig en zorgen voor het zien van vormen en bewegingen.
2. de kegeltjes; kegeltjes zijn minder gevoelig voor licht, maar stellen de mens in staat om kleuren te zien.

Bij de kip werkt het net zo. Het grootste verschil tussen de mens en de kip is dat een kip bifocaal is en de mens niet. Dit betekent dat een kip functioneel twee gele vlekken (fovea's) heeft in ieder oog. De gele vlek is een punt op het netvlies waar het zicht het scherpst is. De gele vlek ligt tegenover de pupil en de lens. Het beeld van een voorwerp komt precies op deze plek, die bestaat uit dicht opeenvolgende geplakte kegeltjes. Bij kippen is de ene gele vlek om langs de snavel naar voren te kijken via de bovenkant van het oog. De andere functionele gele vlek zit in het onderste deel van het oog en stelt de kip in staat om omhoog te kijken. Kippen kunnen met beide gele vlekken tegelijk scherp zien.

Licht via het oog en buiten het oog om

Een kip reageert op licht doordat het licht via het oog binnenkomt. Als de ogen van kippen volledig worden afgeschermd, of als kippen blind zijn, reageren ze ook op licht en donker. Dit betekent dat er ook buiten het oog om licht bij de kip binnenkomt of een reactie veroorzaakt. Dit gebeurt door de waarneming van licht en donker door het zogenaamde pariëtale orgaan, een oogachtig orgaan vlak onder het schedeldak tussen beide hersenhelften.

Licht dat via het oog binnenkomt, werkt in op het bioritme en heeft langs die weg een relatie met groei en bij leghennen met de productie van eieren. Belangrijk is dat licht het bioritme in het dier 'triggert': als leghennen voortdurend in het donker zouden zitten, leggen ze in de eerste fase van de productieperiode eens in de 25 uur een ei. Later in de productieperiode loopt deze cyclus op tot 26, 27 of soms wel 28 uur. Oorzaak: de endogene klok, die met het toenemen van de leeftijd steeds trager loopt. Als er geen lichtstimulus als 'trigger' voor deze klok gegeven wordt, is de kip volledig aangewezen op het bioritme. Licht zet de biologische klok elke dag dus weer terug op 25 uur.

Het vermogen om de biologische klok te 'resetten' heeft een zekere spanbreedte. De kip moet het signaal binnen een bepaalde gevoelige periode van het etmaal krijgen. Als het signaal bijvoorbeeld te vroeg afkomt dan reageert de kip daar wel enigszins op maar niet prompt. Je kunt het zo zien dat de kip wil volgen, maar dat zij dat niet kan. De eigen klok loopt nog te ver uit de fase. De gevoelige periode om de klok te 'resetten' ligt tussen de 22 tot 24 uur. Buiten die periode reageert de kip niet onmiddellijk.

Ook het licht dat buiten het oog om gaat, werkt in op de biologische klok. Men spreekt dan van extra-retinale of intracraniale (binnen de schedel) lichtwaarneming. Zeer waarschijnlijk is de pijnappelklier bij dit proces betrokken. Maar hoe de lichtprikkel dan bij de pijnappelklier komt en hoe dat allemaal werkt, is nog niet helemaal duidelijk.

Waarschijnlijk wordt het licht daarna via de hypothalamus (klier die fungeert als belangrijk regelcentrum in de tussenhersenen) vertaald in het maken van de hormoonspiegels. De voortplantingshormonen LH en FSH spelen hierbij mogelijk een rol. In absoluut donkere omstandigheden is er een vergelijkbaar gehalte aan LH en FSH-spiegels als in verlichte omstandigheden. Gevolg hiervan is dat een kip die in volledig donker wordt gehouden, wel eieren gaat leggen.

3.2 Daglicht

Natuurlijk daglicht is een essentiële levensfactor die de biologische systemen van mens, dier en plant stuurt.

Daglicht werkt positief op de gezondheid en verbetert het weerstandsvermogen.

Daglicht is daarbij niet alleen belangrijk om goed te kunnen zien/waarnemen, maar heeft ook belangrijke biologische bedoelingen: het stuurt de hypofyse, (aansturing dag- en nachtritme), de thalamus, het gedeelte van de hersenschors waar het beeld gevormd wordt, het niet-willekeurige zenuwstelsel en daarmee alle hormoonklieren zoals de gezamenlijke celstofwisseling.

Natuurlijk daglicht, dat door de zon wordt geproduceerd, bestaat uit lichtgolven van verschillende lengten (van 280 tot 780 nm, zie figuren 1 en 2). Het spectrum van het zonlicht is samengesteld uit de zichtbare en onzichtbare kleuren licht. De zichtbare kleuren staan in tabel 1. De voor de mens onzichtbare kleuren zijn:

- ultraviolet A, B en C; <380 nm
- infrarood; >780 nm

De kleuren licht hebben ieder hun eigen biologische werking op de gezondheid van mens en dier. Belangrijk is de werking van UV-B-licht dat onder andere de opbouw van vitamine D stuurt (hetgeen tot de opbouw van calcium en koolhydraten, zoals fosforstofwisseling, leidt). Daarnaast is UV-B-licht belangrijk voor de opbouw van het afweersysteem (immuunsysteem) tegen infecties en stuurt UV-B-licht levensfuncties zoals vruchtbaarheid, geslachtsactiviteit, bloeddruk, hart, bloedsomloop, groei en spierprestaties.

Door het Louis Bolk Instituut is een uitgebreide literatuurstudie gedaan naar de invloed van daglicht op leghennen. De resultaten van het onderzoek zijn gepubliceerd in 'De invloed van daglicht op de gezondheid van mens en dier; Verslag van een literatuurstudie naar de effecten van daglicht bij leghennen' (Iepema, 2005). De conclusies uit het onderzoek zijn:

- Als men spreekt over licht spelen zowel de lichtsterkte (hoeveelheid lux) de lichtkleur (golflengte) de lichtfrequentie (hoeveelheid Hertz (Hz)) en de duur van blootstelling aan licht een belangrijke rol. Deze factoren bepalen samen het effect van licht.
- Onder invloed van daglicht wordt bij mens en dier het levensritme bepaald. Hierdoor 'weet' het lichaam wanneer het dag en nacht is, maar wordt ook het seizoensritme bepaald.
- Kippen zien licht anders dan mensen. Kippen zien de kleuren anders, ze kunnen bijvoorbeeld ook ultraviolet licht zien en kippen zien licht met een frequentie lager dan 100 Hz als een flikkering.
- Tijdens activiteit (eten, scharrelen etc.) hebben kippen voorkeur voor een hoge lichtsterkte.
- Ultraviolet licht heeft bij kippen een positief effect op het paringsritueel en het vermindert stress.
- De lampsoort (gloeilamp, TL-lamp, hoogfrequentie lamp) lijkt bij een lage lichtintensiteit weinig effect te hebben op de productie en gezondheid van pluimvee.
- Over het effect van daglicht op pluimvee is weinig bekend.
- Bij de mens heeft daglicht een positief effect op de productiviteit en de tevredenheid.
- Daglichtlampen proberen daglicht te imiteren.
- In hoeverre daglichtlampen de positieve effecten van daglicht kunnen bewerkstelligen is tot nog toe niet eenduidig uit onderzoek gebleken.

Formatted: German (Germany)

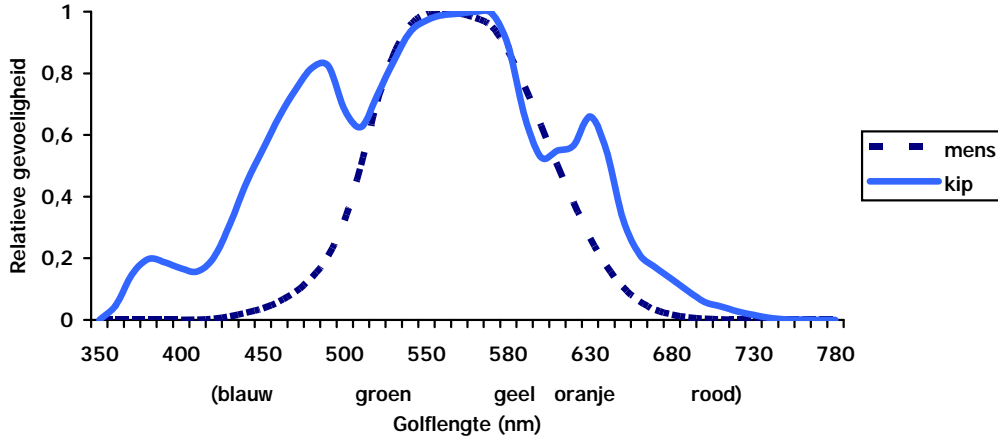
3.3 Kleurwaarneming

Eén van de relatief best ontwikkelde zintuigen van de kip is het oog. De ogen hebben het vermogen om kleuren te herkennen. Hoe kippen kleuren waarnemen is afhankelijk van de eigenschappen van de verlichtingsbron. Het spectrum, de kleurtemperatuur (ook wel lichtkleur) en de kleurweergave zijn hier belangrijk.

Spectrum

De gevoeligheid voor verschillende golflengtes en dus kleuren ligt bij kippen anders dan bij de mens. Mensen zijn trichomaat: we zien drie grondkleuren: blauw, geel en rood. De kip heeft een veel breder gebied van golflengtes dat zij goed kan waarnemen. Naast de grondkleuren: blauw, geel en rood, hebben kippen in elk geval een extra piek in het ultraviolet licht. Kippen zijn dus op zijn minst tetrachromaat: ze hebben op zijn minst vier basiskleuren (figuur 2).

Figuur 2 Relatieve gevoeligheid voor kleuren van mens en kip (Lewis and Morris, 2006)



Mede door deze verschillen in spectrale gevoeligheid kunnen kippen details zien die wij niet zien en zijn zij bijvoorbeeld in staat elkaar als individu te herkennen. Sommige kippen zijn vriendinnetjes met elkaar, andere niet. Hierdoor ontstaat een pikorde in een koppel kippen. Als je het ultraviolette licht weglaat, kunnen ook kippen de verschillende individuen niet meer herkennen. Dit betekent niet dat er dan minder pikkerij voorkomt. Juist omdat ze elkaar niet meer kunnen herkennen, pikken ze maar raak en de groepsorde wordt verstoord.

Kleur en productiekenmerken

Verenpikken en kannibalisme kunnen problemen geven in de verschillende huisvestingssystemen. Een verschil in kleurcontrast kan het grondpikken bevorderen en kannibalisme verminderen. Wit licht bezit alle kleuren, gemiddeld levert dit het beste resultaat. Bepaalde kleuren verlichting hebben een relatie met bepaalde productiekenmerken (tabel 4).

Tabel 4 Relatie lichtkleur en enkele productiekenmerken (Ziggers, 1994)

Onderwerp	Kleur van het licht				
	Rood	Oranje	Geel	Groen	Blauw
Verbeterd de groei				X	X
Verlaagt de voederconversie			X	X	X
Vertraagt de geslachtsrijpheid				X	X
Versnelt de geslachtsrijpheid	X	X	X		
Vermindert nervositeit	X				
Vermindert kannibalisme	X				X
Verhoogt eierenproductie	X	X			
Verlaagt eierenproductie			X		
Vergroot eierengrootte			X		
Verbeterd vruchtbaarheid haan				X	X

In leghennenstallen wordt vaak een combinatie van witte en rode lampen aangebracht. Dit gebeurt vooral om problemen met pikkerij te voorkomen/beperken. Bij het optreden van pikkerij wordt overgeschakeld van wit naar rood licht. Normaal pikken kippen op opvallende kleuren, zo ook op bloed uit wonden bij andere hennen. Door het rode licht vallen de anders zo aantrekkelijke bloedspikkels op het verenpakket niet meer op. Verder verbetert rood licht de vruchtbaarheid.

Bij vleesproducerend pluimvee gebruikt men wel een combinatie van groene en blauwe lampen. Deze combinatie heeft volgens diverse onderzoeken een hogere groei tot gevolg dan wit licht (Lewis and Morris, 2006). Groen licht neemt de stress weg, kippen worden rustiger. Blauw licht werkt ook rustgevend en is bestemd voor de meest gestreste dieren. Het onderzoek naar het effect op met name groei is uitgevoerd met lampen die monochromatisch licht (licht van één specifieke golflengte) geven. Volgens Lewis en Morris (2006) is het effect op de groei een gevolg van het niet aanwezig zijn van rood licht. Rood licht remt volgens hen namelijk de voeropname en daarmee de groei. Commerciële lampen die hiervoor worden ingezet geven echter naast groen en/of blauw licht ook de andere kleuren weer, zij het in mindere mate. Daarom is het de vraag of de in de praktijk gebruikte groene en blauwe lampen hetzelfde effect hebben als de in het onderzoek gebruikte. Het blauwe licht wordt door pluimveehouders wel ervaren als een fel licht en minder prettig om in te werken.

3.4 Daglengte

Naast de kleur is de hoeveelheid licht ook van belang. Voor het volwassen worden van dieren en het produceren van eieren is licht nodig. Voor kippen in de natuur is de daglengte 's winters te kort om eieren te kunnen leggen. Pas rond Pasen zijn de dagen voldoende gelengd.

Bij hennen in de opfok wordt de legrijpheid niet zo zeer bepaald door de intensiteit van het licht, maar meer door de lengte van de dag. Is die korter dan 11 tot 12 uur, dan wordt de seksuele rijpheid en de eierenproductie uitgesteld. Als de lichtperiode langer is, zijn de hennen eerder legrijp en wordt de eierenproductie gestimuleerd. In de verzorgingsgidsen voor de diverse merken leghennen zijn richtlijnen aanwezig voor het opbouwen van de daglengte om de dieren op een bepaald moment in productie te krijgen. Voor het kunnen toepassen van deze richtlijnen is een goede donkere stal een voorwaarde.

Voor dieren voor de vleesproductie (vleeskuikens, kalkoenen) is de daglengte van belang voor het vinden van voldoende voer. Daarnaast bevordert een aaneengesloten donkerperiode de vorming van skelet en spieren.

3.5 Lichtintensiteit

Licht dat in de kippenogen valt, stimuleert de hypofyse, een kleine klier bij de hersenen. Deze klier 'stuurt' met hormonen de leg. De invloed van licht op de hypofyse is dus erg belangrijk. Over de minimale lichtintensiteit bij opfok denkt men verschillend.

Jonge kuikens hebben veel licht nodig om voer en water te kunnen vinden. Men gaat vaak uit van circa 30 lux in het begin. Dieren die goed getraind zijn, hebben veel minder licht nodig om bekende objecten te kunnen vinden. Deze dieren hebben voldoende aan 5 lux. Oudere dieren lijken ook minder behoefte te hebben aan hoge(re) lichtintensiteiten dan jongere. De verlichtingssterkte heeft invloed op vooral de voeropname en daarmee op onder andere groei bij alle pluimveecategorieën (Lewis and Morris, 2006).

De lichtintensiteit is nooit op alle plekken in de stal gelijk. Hoe verder vanaf de verlichtingsbron, hoe lager de lichtintensiteit. Men moet ook rekening houden met schaduwplekken in de stal, bijvoorbeeld in een voliëresysteem. Een goed lichtplan is dus van belang voor een goede lichtverdeling en de juiste lichtintensiteit. Voor het meten van de lichtintensiteit in pluimveestallen wordt meestal een luxmeter gebruikt die geschikt is om de lichtsterkte te meten in ruimtes voor mensen.

Deze luxmeters kunnen niet de lichtsterkte meten buiten de voor de mens zichtbare kleuren. Apparatuur die ook de lichtsterkte kan meten in het voor kippen zichtbare deel zijn echter erg duur.

Dimbaarheid lampen

Om de hoeveelheid licht goed af te stemmen op de productieperiode waarin het pluimvee zich bevindt wordt het licht vaak gedimd. Dieren zijn actiever bij een hogere lichtintensiteit, ze verbruiken meer energie en daardoor is de voederconversie slechter, dimmen is daarom gewenst. Bij problemen met verenpikkerij en kannibalisme kan men de problemen beperken door de hoeveelheid licht terug te dimmen. Als pluimvee minder licht toegediend krijgen worden ze over het algemeen rustiger en minder agressief.

Om de kippen rustig de nacht in te laten gaan, is het verstandig vlak voor de nacht een periode het licht wat te dimmen. In deze periode kunnen de hennen rustig (zonder verwondingen) op stok gaan. Je zou kunnen zeggen dat de schemerperiode van de natuur wordt nagebootst.

Tegenwoordig is bijna alle verlichting wel op een of andere manier te dimmen. Van belang is vooral het stroomverbruik bij dimmen en het effect wat het dimmen heeft op de levensduur van de lampen (zie ook paragraaf 5.5).

3.6 Frequentie

De uitstraling van de meeste fluorescentielampen fluctueren met de spanning van het lichtnet. Een TL-buis gaat bijvoorbeeld 100 keer per seconde aan en uit. Dit geeft een stroboscopisch effect. Het menselijk oog is te traag om dit te zien, het kippenoog ziet deze flikkeringen wel (Nuboer et al, 1992). Voor het dier lijkt dit wel discoverlichting. Kippen zien flikkeringen tot meer dan 160 per seconde; de mens tot circa 100 flikkeringen. Er zijn sterke aanwijzingen dat het stroboscopisch effect invloed heeft op het gedrag van kuikens en kippen. De kwaliteit van de verlichting (fabrikaat, ouderdom) en de installatie beïnvloedt dit effect. De flikkering neemt toe bij elektrisch dimmen. Koelwitte buizen vertonen een grotere flikkering dan warmwitte buizen. Hoogfrequente lampen hebben dit negatieve effect niet. Deze lampen flitsen ongeveer 28.000 maal per seconde. Dat zien de kippen niet meer. Temperatuurstralers, zoals de gloeilamp, hebben geen negatief stroboscopisch effect omdat de lampen constant branden.

4 Wet- en regelgeving

Op het terrein van verlichting in pluimveestallen zijn diverse regels van kracht. Niet alleen uit oogpunt van het huisvesten van de dieren, maar ook regels waaraan de installatie moet voldoen in verband met de veiligheid. Beide aspecten worden in dit hoofdstuk besproken, beginnend met de technische aspecten.

4.1 IP-classificatie

De IP-classificatie, International Protection, die internationaal wordt toegepast, is een nauwkeurige methode waarmee de beschermingsgraden van omhulsels wordt aangegeven. De IP-classificatie geeft aan in hoeverre het materieel en materiaal bestendig is tegen water, voorwerpen, stof en in hoeverre het mechanisch bestendig is. Afhankelijk van de situatie waarin materieel en materialen worden gebruikt, moet men de IP-klasse kiezen die een afdoende bescherming geeft.

De IP-beschermingsgraad wordt aangegeven door twee cijfers:

1. Bescherming tegen binnendringen van voorwerpen en stof
2. Bescherming tegen water

Een eventueel derde cijfer geeft de mechanische bestendigheid weer. In bijlage 1 zijn de verschillende betekenissen van de cijfers weergegeven. In pluimveestallen is, vanwege bescherming tegen stof en opspattend water, minimaal de klasse IP54 gewenst.

4.2 CE-markering



Producten met de CE-markering voldoen aan de minimumeisen op het gebied van veiligheid, gezondheid, milieu en consumentenbescherming, zoals gesteld in de Europese Richtlijnen. Voor de CE-markering worden per product richtlijnen opgesteld en voor steeds meer producten is het CE-merk verplicht. CE is een markering (merkteken) van de Europese Unie. De afkorting CE staat voor Conformité Européenne. Het wordt uitgegeven door instellingen die door nationale overheden zijn aangewezen. In Nederland is dat Consultants Europe B.V. Het doel is het creëren van een gelijke beoordelingswijze in Europa om het vrije handelsverkeer binnen de zogenaamde Europese Economische Ruimte (EER) zo min mogelijk te belemmeren. Door de vele nationale producteisen en -keuringen werd het vrije handelsverkeer gehinderd. Producten die van een verplichte CE-markering zijn voorzien, worden zonder belemmering in alle landen van de EER toegelaten. De CE-markering is gebaseerd op wettelijke (publiekrechtelijke) voorschriften die in alle lidstaten van de EU gelijk zijn. Het CE-teken is geen kwaliteitskeurmerk, maar een verklaring van overeenstemming met de wet. In veel gevallen brengt de producent het teken zelf aan, zonder onafhankelijk onderzoek. Ook op materialen voor verlichting is CE-markering van toepassing.

4.3 KEMA-keur

KEMA Quality (KEMA) voorziet bedrijven en organisaties van professionele deskundigheid om samen te werken met en te assisteren bij het bereiken van het gewenste kwaliteitsniveau van producten, services, processen en systemen. KEMA zorgt wereldwijd voor betrouwbare en erkende beoordelingen. De belangrijkste activiteiten van KEMA liggen in het verlenen van internationaal erkende keurings- en certificatie-diensten. Meer informatie over KEMA is te vinden op: www.kema.com/nl/.



4.4 Wetgeving op verlichtingsgebied in de pluimveehouderij

Per soort pluimvee staat hieronder aangegeven met welke wetgeving de pluimveehouder rekening moet houden bij verlichting. Van de belangrijkste richtlijnen en wetten zijn puntsgewijs de eisen genoemd die aan het houden van pluimvee worden gesteld. De genoemde regels waren van kracht tijdens het samenstellen van deze publicatie. Veranderingen zijn daarom mogelijk, vooral in de privaatrechtelijke regels zoals de KAT-richtlijnen. Geadviseerd wordt om de laatste stand van zaken na te vragen of op te zoeken.

Leghennen (+ opfok)

EG-richtlijn

In EG-richtlijn 1999/74/EG tot vaststelling van minimumnormen voor de bescherming van legkippen zijn de volgende bepalingen voor licht opgenomen:

- Alle gebouwen moeten zodanig verlicht worden dat de kippen elkaar duidelijk kunnen zien, respectievelijk duidelijk te zien zijn, dat zij hun omgeving visueel kunnen verkennen en dat zij hun activiteiten op de gebruikelijke wijze kunnen ontplooien. In het geval van verlichting met daglicht moeten de lichtopeningen zo aangebracht zijn dat een gelijkmatige verdeling van het licht in de lokalen gewaarborgd is.
- Na de eerste dagen van aanpassing moet het systeem zodanig worden afgesteld dat gezondheidsproblemen en gedragsstoornissen worden vermeden. Derhalve moet worden gezorgd voor een 24-uurscyclus met een ononderbroken duisterperiode die lang genoeg is, dat wil zeggen ongeveer een derde van de dag, zodat de kippen kunnen rusten en problemen als vermindering van de immuniteit en oogafwijkingen kunnen worden voorkomen. Bij de vermindering van het kunstlicht moet een periode van halfduister in acht genomen worden die lang genoeg is om de kippen in staat te stellen ongestoord zonder verwondingen op stok te gaan.

Vanuit de EG-richtlijn heeft ieder land zijn eigen wetgeving opgesteld, voor Nederland is dit vastgelegd in het "Legkippenbesluit" en Duitsland heeft de "Verordnung zur Hennenhaltung" opgesteld.

Legkippenbesluit

- Kippen moeten elkaar kunnen zien, omgeving kunnen verkennen en gebruikelijke activiteiten kunnen ontplooien.
- Daglicht: egale verdeling over stal en kooien.
- Per 24 uur: 8 uur ononderbroken duisternis.
- Kunstlicht: periode halflicht inbouwen.

Het Legkippenbesluit is niet van toepassing voor tijdvak 1-1-2002 t/m 1-1-2007 indien het systeem vóór 1-1-2002 gebouwd en in gebruik genomen en ongewijzigd is gebleven.

KAT-norm

In Duitsland bestaat er een KAT-norm (KAT = Verein für Kontrollierte alternative Tierhaltungformen e.V.). Deze norm is voor Nederlandse pluimveehouders van belang als men eieren wil produceren voor de Duitse markt:

- Minimaal 20 lux gemeten ter hoogte van de kop van het dier, bij meting in drie gedeelten, welke in een hoek van 90 graden ten opzichte van elkaar staan. Aan de donkerperiode dient een schemerperiode vooraf te gaan, een lichtsterkte van 2 lux als noodverlichting tijdens de donkerperiode is mogelijk.
- Bij het optreden van verenpikken en/of kannibalisme zijn tijdelijk afwijkende regelingen toegestaan (in overleg met de contolerende instantie). Mocht het optreden van verenpikken en/of kannibalisme worden veroorzaakt door de wijze van houden van de dieren, dienen deze oorzaken onmiddellijk, uiterlijk door de volgende opzet te worden verholpen.
- Maximaal 16 uur licht per dag
- De inval van daglicht is als doel gesteld. Voor nieuwbouwstallen is de inval van daglicht verplicht (minimum van 3% van het vloeroppervlak in dak of wanden is lichtdoorlatend).

Vleeskuikens

PPE/IKB-Kip 1996:

Vanaf 01-01-2003 dient te worden voldaan aan de volgende voorwaarden (paragraaf B.4.):

- Bij opzet van vleeskuikens dient er dusdanig licht te zijn dat de vleeskuikens makkelijk de drink- en voersystemen kunnen vinden.
- In een vleeskuikenstal wordt een hogere lichtintensiteit dan 20 lux vermeden.
- Een minimum lichtintensiteit van 10 lux wordt nagestreefd. In geval van een calamiteit kan de lichtintensiteit enige tijd worden verlaagd.
- De verlichting in een vleeskuikenstal dient zodanig te zijn dat de lichtintensiteit door de gehele stal evenredig verdeeld is.
- Bij het uitladen en afleveren van vleeskuikens dient er zodanig te worden verlicht dat de dieren rustig blijven.
- Bij vleeskuikens wordt gestreefd naar een dag- en nachtritme. Daarbij wordt uitgegaan van een aaneengesloten donkerperiode van 6 uur per etmaal.

EG-richtlijn

Voor vleeskuikens is Europese welzijnsregelgeving aangenomen. In de richtlijn staat:

- In alle gebouwen moet de lichtintensiteit tijdens de lichtperiode op ten minste 80% van de bruikbare oppervlakte ten minste 20 lux bedragen, gemeten op ooghoogte van de dieren. Een tijdelijke vermindering van het verlichtingsniveau is toegestaan als dat volgens de dierenarts noodzakelijk is.

- Binnen 7 dagen nadat de vleeskuikens in het gebouw zijn geplaatst, tot drie dagen vóór de geplande slachttijd moet de verlichting een 24-uurschema volgen en donkerperiodes omvatten die in totaal ten minste zes uur duren, met ten minste één ononderbroken donkerperiode van ten minste vier uur, periodes met gedimd licht niet inbegrepen.

Vleeskuikenouderdieren (+ opfok)

Zowel in de Verordening welzijnsnormen vleeskuikenouderdieren als de PPE/IKB regelingen zijn geen artikelen opgenomen die betrekking hebben op verlichting bij deze diergroep.

Kalkoenen

In 1999 is regelgeving voor het huisvesten van vleeskalkoenen opgenomen in de IKB-Kalkoen. Deze regels zijn later vervangen door de Verordening welzijnsnormen vleeskalkoenen 2003.

Verordening welzijnsnormen vleeskalkoenen 2003

- De pluimveehouder streeft naar een verlichtingssterkte op dierniveau van tenminste 20 lux. Ter bestrijding van verenpikken en kannibalisme is het toegestaan gedurende korte tijd een lager verlichtingssterkte te hanteren.
- Om te bevorderen dat opgezette kuikens de drink- en voervoorzieningen in een stal kunnen vinden, bestaat de verlichtingssterkte de eerste 5 dagen na de opzet aanzienlijk hoger dan 20 lux. Als richtlijn moet de eerste 5 dagen na de opzet een verlichtingssterkte van ongeveer 100 lux worden aangehouden.
- 's Avonds en 's nachts hebben de dieren een aaneengesloten rustperiode van tenminste 8 uren per etmaal, waarbij de stal niet of nauwelijks kunstmatig wordt verlicht. De verlichtingsterkte dient regelbaar te zijn.

5 Lichtbronnen in de pluimveehouderij

Er zijn veel verschillende verlichtingssystemen verkrijgbaar. Niet alle zijn even geschikt om toe te passen in pluimveestallen. Van de typen die veel voorkomen zijn in dit hoofdstuk de technische kenmerken en bruikbaarheid weergegeven. Tevens gaan we in op enkele nieuwe ontwikkelingen.

5.1 Gloeilampen

In de klassieke gloeilamp wordt het licht opgewekt door elektrische verwarming van een wolfram gloeidraad. Als temperatuur van de gloeidraad kiest men meestal 2.800 K, omdat daarmee een levensduur van ongeveer 1.000 uur wordt gehaald. De specifieke lichtstroom bedraagt voor een 40 W lamp slechts 10 lm/W en is daarmee de laagste van alle gebruikelijke lichtbronnen. Een hogere waarde kan alleen worden bereikt door de temperatuur van de gloeidraad te verhogen, wat echter ten koste gaat van de levensduur. Om een specifieke lichtstroom van 20 lm/W te bereiken, moet men met een levensduur van minder dan 10 uur genoegen nemen.

Bij een gewone gloeilamp wordt dus maar een klein deel van de toegevoerde energie omgezet in zichtbaar licht. Tabel 5 laat zien waar de overige energie blijft. Het grootste deel wordt omgezet in infrarode straling. De top van de spectrale verdeling ligt dan ook buiten het zichtbare gebied, op 900 nm (figuur 1).

Tabel 5 Energieverdeling gloeilamp

Soort straling	Percentage (%)
Ultraviolette straling	0,25
Zichtbaar licht (voor de mens)	5,75
Infrarode straling	75,00
Warmte afgifte aan lucht en fitting	19,00
	100,00

Het in de gloeilamp gebruikte principe is de temperatuurstraler. De efficiëntie van de omzetting van elektrische energie in licht hangt direct samen met de temperatuur van de straler. Op dit punt kent de gloeilamp een flinke beperking, omdat de temperatuur van de gloeidraad niet onbeperkt kan worden verhoogd. De belangrijkste eigenschappen van gloeilampen staan in tabel 6.

Tabel 6 Eigenschappen van gloeilampen

Kenmerken	Gloeilampen					
Levensduur (branduren)	750 – 1.000					
Regelbaar (dimmen)	Ja, tot 100%					
Levensduur bij dimmen	2.000					
Temperatuurgevoelig	Nee					
Opwarmtijd nodig (min)	Nee					
v.s.a.* nodig	Nee					
Stroomverbruik v.s.a. (W)	N.v.t.					
Vermogen (W)	15	25	40	50	75	100
Lichtstroom (lumen)	120	230	430	730	960	1.380
Lichtrendement (lumen / Watt)	8	9	11	12	13	14
Flikkeringen per sec (Hz.)	Geen					

* v.s.a. = voorschakelapparaat

Gloeilampen worden nog wel gebruikt in de pluimveehouderij. Vooral als vanglampen in een blauwe kleur. Daarnaast als plaatselijke verlichting in voliëres of groepskooien. De lamp moet dan wel een extra sterke uitvoering hebben of in een solide behuizing zijn geplaatst.

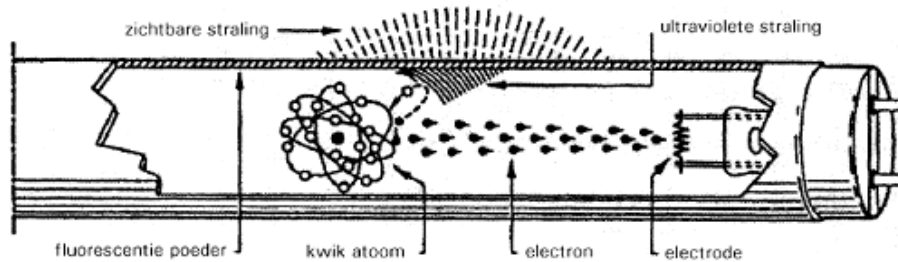
5.2 Gasontladingslampen

In gasontladingslampen wordt elektromagnetische straling opgewekt door een elektrische stroom door een gas te laten lopen. De gasontlading vindt plaats in een met gas gevulde glazen buis of bol met daarin twee elektrodes. De straling wordt slechts op een beperkt aantal golflengtes afgegeven, die specifiek zijn voor het vulgas. Er zijn diverse typen gasontladingslampen. De bekendste is de TL-buis.

5.2.1 TL-lampen

TL is de afkorting van Tube Light. Het principe waarmee het licht wordt opgewekt bij de TL-lamp is stroomdoorgang door kwikdamp (figuur 5). Door een spanningsverschil tussen twee elektroden die zich in een gas bevinden, gaan elektronen van de ene elektrode naar de andere lopen. Onderweg kunnen deze elektronen hun energie overdragen op elektronen van de kwikatomen, waardoor deze laatste in een hogere energietoestand terechtkomen. Dit wordt ook wel de **aangeslagen toestand** genoemd. Vroeger of later vallen de elektronen terug in hun **grondtoestand**, waarbij energie vrijkomt in de vorm van elektromagnetisch straling. Aangezien het atoom zich alleen in een beperkt aantal energietoestanden kan bevinden, komt de energie vrij in een beperkt aantal golflengten, de zogenaamde **spectraallijnen**. Voor kwik liggen deze voornamelijk in het UV-gebied. In een TL-lamp wordt deze UV-straling omgezet in zichtbaar licht met behulp van een fluorescentiepoeder aan de binnenkant van de buis. Voor de ontsteking is een voorschakelapparaat (vsa) nodig.

Figuur 3 Schets van een TL-lamp



De eigenschappen van het uitgestraalde licht worden geheel bepaald door de samenstelling van de fluorescentiepoeders. Er bestaat keuze uit vele verschillende samenstellingen, die zich van elkaar onderscheiden in kleurtemperatuur, kleurweergave en specifieke lichtstroom binnen de hieronder aangegeven spreiding:

- Kleurtemperatuur 2650 – 7400 K
- Kleurweergave index 53 (slecht) – 97 (goed)
- Specifieke lichtstroom 43 – 93 lm/W

Bij TL-verlichting zijn twee groepen te onderscheiden: de 'normale' TL en de hoogfrequente TL. De aanschafprijs van de hoogfrequente TL is duidelijk hoger. Het grote voordeel van hoogfrequente TL is dat het geen negatief stroboscopisch effect veroorzaakt; ze knipperen met een frequentie die zo hoog is dat pluimvee het knipperen niet meer kan waarnemen. De belangrijkste eigenschappen van TL-verlichting staan in tabel 7.

Tabel 7 Eigenschappen van TL-verlichting

Kenmerken	TL	Hoogfrequente TL (HF-TL)
Levensduur (branduren)	5.000	>12.000
Regelbaar (dimmen)	Meestal mogelijk	Ja, tot 100%
Levensduur bij dimmen	8.000	>12.000
Temperatuurgevoelig	Ja	Ja*
Opwarmtijd nodig	Ja	Nee
v.s.a. nodig	Ja	Ja
Stroomverbruik v.s.a. (W)	4-8	4
Vermogen (W)	14-65	14-58
Lichtstroom (lumen)	900-5.000	1.270-5.200
Lichtrendement (lumen / Watt)	61-93	90-104
Flikkeringen per sec (Hz.)	100	± 28.000

* Bij lage temperaturen is de lichtopbrengst wel gelijk, maar neemt het stroomverbruik toe door een hoger opgenomen vermogen van het voorschakelapparaat (vsa)

TL-lampen worden veel gebruikt in pluimveestallen. Een TL straalt om zich heen. Aan de uiteinden van de lamp komt geen licht. Door gebruik te maken van de juiste armaturen kunnen de lichtstralen meer naar onderen gestraald worden. Tevens speelt de reflectie van het plafond hierbij een rol. Een ander belangrijk aspect bij de aanschaf van TL-lampen is dat de lichtopbrengst afneemt met 20 - 30% tijdens de levensduur.

5.2.2 Industrial Tube Lighting (ITL)

Door de firma Hato b.v. is een aparte productgroep TL-armaturen voor de pluimveesector ontwikkeld, ook wel bekend onder de naam ITL. Dit type armatuur bestaat uit een afgesloten glazen buis voorzien van een TL-buis (longlife optioneel) en voorschakelapparaat (vsa). Dit vsa kan aan de eisen en wensen van de pluimveehouder worden aangepast (Linders, 1996). De hoogfrequente uitvoering (geen stroboscopisch effect) is tevens verkrijgbaar in een dimbare uitvoering. De TL-buis kan dan tussen 100% en 1% gedimd worden. Door gebruik te maken van een glazen buis wordt het armatuur niet statisch geladen en trekt hierdoor dus geen stof en vuil aan. Het armatuur is dan ook uitermate geschikt voor stoffige omgevingen zoals pluimveestallen. Het is eenvoudig te reinigen, bestand tegen chemicaliën en slijtvast. Het heeft een IP-classificatie van 67/68 (zie bijlage 1). De kenmerken van het Hato armatuur zijn weergegeven in tabel 8.

Tabel 8 Kenmerken van het ITL-armatuur

Kenmerken	Standaard	Hoogfrequent
Levensduur (branduren)	5.000	>12.000
Regelbaar (dimmen)	Meestal mogelijk	Ja, tot 100%
Levensduur bij dimmen	8.000	>12.000
Temperatuurgevoelig	Nee	Nee
Opwarmtijd nodig	Nee	Nee
v.s.a. * nodig	Ja	Ja
Stroomverbruik v.s.a. (W)	4-8	4
Vermogen (W)	14-60	14-50
Lichtstroom (lumen)	900-5.400	1.270-5.200
Lichtrendement (lumen / Watt)	61-93	90-104
Flikkeringen per sec (Hz.)	100	± 28.000

* v.s.a. = voorschakelapparaat

De lichtverdeling is met behulp van meerdere soorten reflectoren in het armatuur goed te sturen. Dit biedt legio mogelijkheden om een lichtplan te bedenken en zo tot een optimale lichtverdeling te komen. Het armatuur kan op eenvoudige wijze aan plafond of wand bevestigd worden door middel van een beugel kliksysteem. Zowel horizontale, verticale alsook pendel bevestiging behoren tot de mogelijkheid. Bij verticale montage in de gangpaden in volièrestallen zullen dieren die op de rand van de roosters zitten het licht afschermen naar gedeelten verder de stellingen in.

Het is mogelijk om de TL-buis separaat te vervangen, maar meestal kiest men ervoor om de glazen koker met TL-buis en VSA als geheel te vervangen. Dit wordt met name gedaan na een lange brandperiode van meerdere jaren.

5.2.3 PL-lampen

PL-lampen zijn in feite gewone TL-lampen, maar ze zijn kleiner en passen in een gewone E27 schroeffitting. De armaturen zijn dan ook dezelfde als die van gloeilampen. Dit maakt ze erg geschikt om gloeilampen te vervangen. Er zijn verschillende typen PL-lampen op de markt:

- PLS: bestaande uit twee buisjes 2-pins en 4-pins versie
- PLC: bestaande uit vier buisjes 2-pins en 4-pins versie
- PLT: bestaande uit vier buisjes 2-pins en 4-pins versie
- PLT: bestaande uit zes buisjes 2-pins en 4-pins versie
- PLL: bestaande uit twee buisjes 4-pins versie

Sinds een aantal jaren zijn er ook 'monochromatische' PL-lampen op de markt, het zogenaamde ORION systeem. Deze lampen stralen vooral één bepaalde golflengte licht uit, maar daarnaast ook andere kleuren (zie par. 3.3). Een bijkomend voordeel is dat de ORION PL-lampen geen negatief stroboscopisch effect veroorzaken, ze zijn hoogfrequent. Er zijn verschillende golflengtes met de daarbij behorende kleuren op de markt. In vleeskuiken-, kalkoenen- en eendenstallen past men groen en blauw licht toe. In legpluimveestallen maakt men gebruik van rode en witte verlichting. In tabel 9 staan de belangrijkste eigenschappen van PL-ORION lampen.

Tabel 9 Eigenschappen van PL-ORION lampen

Kenmerken	PL-warmwit (827)	PL-rood	PL-groen	PL-blauw
Levensduur (branduren)	8.000-10.000	8.000-10.000	8.000-10.000	8.000-10.000
Regelbaar (dimmen)	Ja, tot 50% (speciale adapter)	Ja, tot 50% (speciale adapter)	Ja, tot 50% (speciale adapter)	Ja, tot 50% (speciale adapter)
Levensduur bij dimmen	8.000-10.000	8.000-10.000	8.000-10.000	8.000-10.000
Temperatuurgevoelig	Nee	Nee	Nee	Nee
Opwarmtijd nodig (min)	2-4	2-4	2-4	2-4
v.s.a.* nodig	Ja	Ja	Ja	Ja
Stroomverbruik v.s.a. (W)	4,4	4,4	4,4	4,4
Vermogen (W)	7 9 11	9 11	9 11	9 11 11
Lichtstroom (lumen)	400 600 900	400 600	800 1.200	200 300 250
Lumen / Watt	57 67 82	44 55	89 109	22 27 23
Flikkeringen per sec (Hz.)	Geen stroboscopisch effect	Geen stroboscopisch effect	Geen stroboscopisch effect	Geen stroboscopisch effect

* v.s.a. = voorschakelapparaat

PL-lampen stralen geen licht uit aan de kant waar de fitting zit, verder in alle richtingen. De lamp zit overwegend in een armatuur met een beschermkap om beschadiging te voorkomen. De lamp is echter niet schokbestendig. Bij het ophangen van de lampen houdt men daarom ook rekening met 'vliegroutes' van de kippen, vooral in voliërestallen.

5.2.4 SL-lampen

Een SL-lamp bestaat uit een dubbelgevouwen TL-buis, een starter en een voorschakelapparaat. Dit alles is samengevoegd in één bol met schroeffitting (E27). Spaarlampen met schroeffitting vormen een energiezuinig alternatief voor gloeilampen. Met de opkomst van de gekleurde PL-lampen is het gebruik van SL-lampen de laatste jaren afgenomen, vooral doordat de PL een iets hogere lumenstroom heeft. Op dit moment zijn ontwikkelingen gaande om de SL-lamp dimbaar te maken van 100 tot 10%. De belangrijkste eigenschappen van SL-lampen staan in tabel 10.

Tabel 10 Eigenschappen van SL-lampen

Kenmerken	SL-lampen			
Levensduur (branduren)	8.000			
Regelbaar (dimmen)	Nee			
Levensduur bij dimmen	Onbekend			
Temperatuurgevoelig	Nee			
Opwarmtijd nodig (min)	Ja, 2-4 min			
v.s.a.* nodig	Ingebouwd			
Stroomverbruik v.s.a. (W)	n.v.t.			
Vermogen (W)	9	13	18	25
Lichtstroom (lumen)	425	600	900	1.200
Lichtrendement (lumen / Watt)	47	46	50	48
Flikkeringen per sec (Hz.)	100			

* v.s.a. = voorschakelapparaat

Net als de PL-lamp geeft een SL-lamp licht in alle richtingen, behalve waar de fitting zit.

5.2.5 Hogedruk natriumlampen / sodium lampen

Natriumlampen gaan ook wel onder de naam sodiumlampen door het leven. Sodium is de Engelse vertaling van het woord natrium. Dit soort lampen, die het zelfde werkingsprincipe bezitten als de fluorescentielampen, zijn het meest bekend in de vorm van een bouwlamp. In de pluimveehouderij worden dit soort lampen gebruikt in een gloeilampvorm. Het licht van de hogedruk natriumlamp is vaak zachtgeel van kleur. Het licht komt tot stand door een "explosie", er ontstaat een soort "vuur" dat nooit helemaal uitgaat. Dit heeft tot gevolg dat deze lampen geen

negatief stroboscopisch effect hebben op pluimvee. In tabel 11 staan de belangrijkste eigenschappen van hogedruk natriumlampen.

Tabel 11 Eigenschappen van de hogedruk natriumlamp

Kenmerken	Niet dimbaar		Dimbaar	
Techn. Levensduur (uren)	24.000		24.000	
Econ. levensduur (uren)	16.000-20.000		16.000-20.000	
Regelbaar (dimmen)	Nee		Ja, 100-5%	
Levensduur bij dimmen	n.v.t		16-24.000	
Temperatuurgevoelig	Nee		Nee	
Opwarmtijd nodig (min)	Ja		Ja	
v.s.a. ¹ nodig	Ja		Ja	
Stroomverbruik v.s.a. (W)	13	18	13	18
Vermogen (W)	100	150	100	150
Systeemvermogen (W)	113	168	113	168
Lichtstroom (lumen)	10.500	17.500	10.500	17.500
Lichtrendement (lumen / Watt)	105	117	105	117
Flikkeringen per sec (Hz.)	Geen stroboscopisch effect		Geen stroboscopisch effect	

¹v.s.a. = voorschakelapparaat

Naast de bovengenoemde typen bestaan er ook natriumlampen die uitgerust zijn als drie stappenverlichting. Ze kunnen bijvoorbeeld 50 W en 70 W en samen 120 Watt uitstralen. De dimbare uitvoeringen worden geleverd met elektronische voorschakelapparaten. Dit is een nieuwe ontwikkeling. Eerder was het alleen mogelijk om in stappen te dimmen.

Hogedruk natrium lampen zijn meestal voorzien van een kap waardoor ze voornamelijk licht naar één kant uitstralen. Ze zijn daarom vooral geschikt om hoog in een stal te bevestigen. Hoe hoger de lamp, hoe gelijkmatiger de lichtverdeling op de grond.

5.3 Bijverlichting volière systemen

Door de ontwikkelingen van alternatieve huisvestingssystemen worden tegenwoordig ook andere verlichtingsproblemen in de huisvestingsystemen waargenomen. Vooral in het volièresysteem kan het voorkomen dat met alleen hoofdverlichting aan het plafond / de wanden van de stal eronder en in het volièresysteem schaduwplekken ontstaan. Als deze plekken te donker worden hebben hennen de neiging daar een rustig plekje op te zoeken om hun ei te leggen. De schaduwplekken hebben dus tot gevolg dat het percentage buitennesteieren toeneemt. Op de plaatsen waar het te donker wordt, moet men dus ondersteunende bijverlichting plaatsen. Van belang is dat deze verlichting niet te fel is en het licht goed verdeeld wordt in deze ruimtes met een geringe hoogte en een klein oppervlak.

Soms kiest men voor gloeilampen, PL-lampen of SL-lampen als bijverlichting in volièresystemen. Er zijn veel verschillende volièresystemen op de markt en elk systeem heeft haar specifieke problemen met schaduwplekken. Als men voor een van deze lampen kiest moet men rekening houden met de volgende nadelen van de lampen:

- De lampen zijn niet schokbestendig. Als de kippen op de lamp kunnen pikken, verkort dit de levensduur van de lamp enorm.
- De lampen produceren relatief veel licht. Dit kan tot gevolg hebben dat de lichtverdeling niet optimaal is en dat het lichtniveau plaatselijk veel te hoog wordt. Bij een hoog lichtniveau is de kans dat pikkerij optreedt groter. Door te dimmen kan dit eventueel worden opgelost, maar daarmee wordt de lichtverdeling ook weer slechter.

5.3.1 Slangenverlichting

Slangenverlichting bestaat uit een lange flexibele buis, met daarin serie/parallelgerangschikte miniatuur lichtballen. De slang is leverbaar in verschillende kleuren, waterdicht en schokbestendig. De ruimte tussen de lichtballen varieert van 2,78 cm tot 5,66 cm. Men kan de slangen op aangegeven plaatsen doorknippen en afdekken met een eindkap. De belangrijkste eigenschappen van slangenverlichting staan in tabel 12.

Tabel 12 Eigenschappen van slangenverlichting

Kenmerken	Afstand lichtballen 5,66 cm	Afstand lichtballen 2,78 cm
Levensduur (branduren)	10.000-20.000	10.000-20.000
Regelbaar (dimmen)	Ja, 0-100%	Ja, 0-100%
Levensduur bij dimmen	>10.000-20.000	>10.000-20.000
Temperatuurgevoelig	Nee	Nee
Opwarmtijd nodig (min)	Nee	Nee
v.s.a.* nodig	Nee	Nee
Stroomverbruik v.s.a. (W)	n.v.t.	n.v.t.
Vermogen (W/meter)	18	36
Flikkeringen per sec (Hz.)	Geen	Geen

* v.s.a. = voorschakelapparaat

Om de slang te beschermen tegen pikkerij is het aan te bevelen om een beschermende buis toe te passen. Verder is het belangrijk om de richtlijnen voor maximale lengtes in acht te nemen. Te lange lengtes geven een (te) hoog stroomverbruik met kans op oververhitting en daardoor brandgevaar. Onder andere hiervoor en het relatieve hoge stroomverbruik, wordt slangenverlichting nauwelijks meer toegepast in pluimveestallen. Een lichtslang geeft licht in alle richtingen rondom de slang. Alleen aan het eind en bij het aansluitpunt zal geen licht naar buiten komen.

5.3.2 LED-verlichting

In sommige halfgeleider materialen, zoals Gallium Arsenide (GaAs), ontstaat elektromagnetische straling wanneer stroom loopt door een P-N overgang. Een P-N overgang is in feite een diode. In de sperrichting kan geen stroom lopen en in voorwaartse richting alleen wanneer de drempelspanning wordt overschreden. Zodra dit gebeurt (voor GaAs bij $\pm 1,5$ V), wordt de weerstand zeer laag. Er gaat dan zonder verdere maatregelen een amper beheerste stroom lopen. Een weerstand in serie met de LED (Light Emitting Diode) is, bij kleine vermogens, echter al voldoende om de stroom op de gewenste waarde te brengen. Zodra er stroom loopt, komen ook hier elektronen in een hoge energietoestand. Bij terugvallen in de grondtoestand komt energie vrij. De vrijkomende energie wordt omgezet in straling met een vaste golflengte, die materiaal afhankelijk is. Er bestaan inmiddels LED's voor tal van verschillende golflengtes, zowel binnen als buiten het zichtbare gebied.

LED is simpel gezegd elektronisch licht en heeft ten opzichte van bijvoorbeeld de gloeilamp of TL geen gloeidraad of gasontlading nodig. Dit heeft als voordeel dat het schokbestendig is en een zeer lange levensduur heeft (in theorie ± 100.000 branduren, dit is bij 16 uur per dag 17 jaar!). De kunststofbehuizing gaat echter niet zolang mee. Ook geldt dit theoretische aantal branduren alleen als er geen piekspanningen optreden. De LED kenmerkt zich ook door een laag stroomverbruik bij een lage spanning van 24 volt en is zeer veilig in gebruik. Op dit moment zijn LED's nog duur in verhouding tot de lichtopbrengst als je het vergelijkt met andere verlichtingsbronnen en ligt de lumen/watt verhouding bij LED's op maar 20-50 lumen per watt (wit licht geeft ± 20 lumen/watt en rood licht geeft ± 40 lumen/watt). Een 36 watt TL-buis geeft al zo'n 80 lumen/watt en een 100 watt hogedruk natrium lamp zo'n 100 lumen/watt en zijn dus veel efficiënter. Daarbij komt dat de sterkste LED op dit moment slechts 5 watt is en men nog geen sterkere LED kan maken vanwege problemen met de warmtehuishouding van de LED. Dit wil niet zeggen dat er in de pluimveehouderij geen mogelijkheden zijn voor het toepassen van deze lichtbron. Door de compacte vorm, de lange levensduur en de lage wattages die beschikbaar zijn, zijn er met name in de volièrestallen mogelijkheden voor LED-verlichting. Omdat andere lichtbronnen, met de geringe hoogte in het volièresysteem en de kleine te belichten oppervlakte, niet zo'n mooie lichtverdeling kunnen verzorgen of teveel licht produceren, zijn LED's goed geschikt voor deze toepassing. Daarnaast staan de fabrikanten van LED's niet stil en zullen er in de toekomst voor andere typen stallen ook goede toepassingen komen.

De belangrijkste eigenschappen van LED-verlichting kan men vinden in tabel 13.

Tabel 13 Eigenschappen van LED-verlichting

Kenmerken	Amber		Geel/groen		Rood	
Golflengte (nm)	587		571		632	
Levensduur (branduren)	100.000		100.000		100.000	
Regelbaar (dimmen)	Ja, tot 0%		Ja, tot 0%		Ja, tot 0%	
Levensduur bij dimmen	>100.000		>100.000		>100.000	
Temperatuurgevoelig	Nee		Nee		Nee	
Opwarmtijd nodig (min)	Nee		Nee		Nee	
v.s.a.* nodig	Nee		Nee		Nee	
Stroomverbruik v.s.a. (W)	n.v.t		n.v.t		n.v.t	
Vermogen (W/meter)	2,16		2,16		2,16	
Lichtstroom (lumen/mtr.)	43,2		43,2		108	
Lichtrendement (lumen / Watt)	20		20		50	
Flikkeringen per sec (Hz.)	Geen		Geen		Geen	
Spanning (V)	12	24	12	24	12	24
Max. lengte (m)	44	88	44	88	44	88
Advies lengte (m)	30	50	30	50	30	50

* v.s.a. = voorschakelapparaat

LED-verlichting is ook verkrijgbaar met een vermogen van 5,5 Watt/meter. Dit type is echter minder geschikt als bijverlichting omdat het moet worden aangesloten op een spanning van 220 Volt, waardoor een betere bescherming nodig is van de bekabeling in verband met aanpakken.

De LED's zijn meestal geplaatst in een flexibele kunststof 'slang', waar bij de lampjes naar één kant licht uitstralen.

5.4 Nieuwe ontwikkelingen

Koude Kathode Fluorescentie Lamp (Cold Cathode Fluorescent Lamps (CCF))

Dit is een lamp die eruit ziet als een TL-Lamp, alleen de diameter ligt tussen de 2,8 en 5,0 mm. De buis kan in allerlei vormen gefabriceerd worden. De levensduur van deze lampen ligt tussen de 20.000 en 100.000 branduren afhankelijk van het type. De kleur van de lampen kan aan de wensen van de klant worden aangepast; men is instaat om de kleur bijvoorbeeld op het spectrum van pluimvee af te stemmen. De lamp heeft een hoge lichtopbrengst en is daardoor minder geschikt als bijverlichting in voliëresystemen. De lamp is dimbaar van 100% tot 0,5% (dimmen heeft geen invloed op de levensduur) en heeft een laag energieverbruik.

Er is op dit moment nog geen lamp ontwikkeld en in productie die afgestemd is op de eisen die de pluimveehouderij aan verlichting stelt. Of deze lamp interessant kan worden voor de pluimveehouderij hangt af van de ontwikkeling van de lamp. Nu is de lamp nog erg duur. Als men er in slaagt een product te ontwikkelen en dit op grote schaal afgezet kan worden, kan men de prijs misschien concurrerend maken, vooral omdat het energieverbruik laag is. De belangrijkste eigenschappen van CCF-verlichting kan men vinden in tabel 14.

Tabel 14 Eigenschappen van Koude Kathode Fluorescentie-verlichting

Kenmerken	CCF	Opmerking
Golflengte (nm)	Variabel	Aan te passen aan de wensen van de klant
Levensduur (branduren)	20.000 – 100.000	Afhankelijk van type
Regelbaar (dimmen)	Ja	100 – 0,5 %
Levensduur bij dimmen	Geen invloed	
Opwarmtijd nodig (sec.)	66	Na 66 sec branden de lampen op 60%
v.s.a.* nodig	Ja	
Stroomverbruik v.s.a. (W)	Afhankelijk van type	
Vermogen (W/meter)	± 12,5	Afhankelijk van lengte
Lichtstroom (lumen/meter)	± 670	Afhankelijk van type
Lichtrendement (lumen/Watt)	54	
Flikkeringen per sec (Hz.)	28.000 – 100.000	Afhankelijk van type

* v.s.a. = voorschakelapparaat

5.5 Dimbaarheid

In de pluimveehouderij wordt veelvuldig gebruik gemaakt van lampen die gedimd kunnen worden. Het dimmen van licht past men toe om verenpikkerij en kannibalisme tegen te gaan. Tevens is het verstandig om voorafgaand aan de nacht een periode van halfduister in acht te nemen, zodat de kippen ongestoord (zonder verwondingen) op stok kunnen gaan.

Bij gloeilampen kan de lichtstroom met standaard elektronische lichtregelaars gedimd worden. Van de groep fluorescentielampen is dit maar een klein gedeelte. Dit dient te gebeuren met speciale regelapparatuur: een elektronisch voorschakelapparaat. Dimbaar zijn: gloeilamp, TL, TL-M, TL-HF, PL, SL, hoge druk natriumlampen, slangenverlichting en LED-verlichting. Over het algemeen neemt de levensduur van lampen toe als ze gedimd worden. Specifieke gegevens over de dimbaarheid van de lampen zijn te vinden in de bovenstaande paragrafen van de desbetreffende lampen. Afhankelijk van het type dimmer wordt er ook minder elektriciteit verbruikt.

5.6 Armaturen

Elke lichtbron wordt geplaatst in een armatuur. Bij zo'n armatuur zijn een aantal zaken van belang waarop men moet letten. Zo moet een armatuur voldoen aan de brandveiligheidseisen, de F-eisen. Tevens moet men letten op de KEMA-keur en de IP-classificatie (zie paragraaf 4.1).

Belangrijk voor het gebruik van armaturen in de pluimveehouderij is dat ze zoveel mogelijk stofdicht en waterdicht zijn. Hierdoor blijft de verlichting beter en zijn de armaturen beter schoon te maken.

Een armatuur bepaalt de lichtverdeling van een lamp. In de voorgaande paragrafen staat de lichtverdeling van elke lamp vermeld; dit is de lichtverdeling van een lamp zonder gebruik van een armatuur. Een gloeilamp bijvoorbeeld verspreidt het licht in alle richtingen; door gebruik te maken van een armatuur kan het licht bijvoorbeeld alleen naar voren worden verspreid. Het soort armatuur bij de verschillende lampen is dus van belang voor een goede spreiding van het licht.

In een armatuur kan men ook een reflector plaatsen. Hiermee kan de lichtopbrengst van een armatuur worden verhoogd en het licht gericht op de plek komen waar het nodig is. Door een juiste keuze van armatuur met reflector en lamp, kunnen bij eenzelfde lichtverdeling minder armaturen worden geïnstalleerd. Gevolg is een lagere investering en ook lagere energiekosten. In pluimveestallen gaat het echter vaak maar om een enkele armatuur minder. Beter is het om te kiezen voor een optimale lichtverdeling met mogelijk dan een kleine extra investering. Door dan te dimmen is het energieverbruik lager.

Figuur 4 TL-armatuur met reflector en kap



6 Toepassing en aandachtspunten

In dit hoofdstuk worden per diercategorie en huisvestingssysteem een aantal mogelijke verlichtingssystemen behandeld. Daarbij is zoveel mogelijk aangegeven wat de belangrijkste aandachtspunten zijn en waar eventueel knelpunten kunnen optreden. In tabelvorm zijn van de in hoofdstuk 5 genoemde verlichtingssystemen een aantal criteria gewaardeerd. Daaraan toegevoegd is een waardering van de kosten. Dit aspect is gewaardeerd op basis van een beperkt aantal offertes, aangevuld met ervaringen uit de praktijk. In hoofdstuk 7 wordt iets dieper ingegaan op de kosten van verlichtingssystemen in pluimveestallen. In de tabellen is de waardering als volgt:

--	= zeer slecht / hoge kosten	(score -2)
-	= slecht	(score -1)
+/-	= gemiddeld	(score 0)
+	= goed	(score +1)
++	= zeer goed / lage kosten	(score +2)

De scores worden gebruikt om het eindoordeel vast te stellen.

Bij alle diercategorieën en in alle stallen geldt dat de verlichting geen storende invloed mag hebben op het klimaat in de stal. De plaats van de lampen (of armaturen) is daarbij belangrijk. De armaturen mogen geen obstakel zijn in de binnenkomende luchtstroom. Als bijvoorbeeld TL-armaturen dwars op de luchtstroom staan, kan dit een koude luchtval veroorzaken. Beter is om de armaturen in de richting van de luchtstroom te hangen. Reden voor het dwars op de luchtstroom plaatsen is vaak dat de kosten voor de installateur lager zijn (minder bekabeling nodig). Men moet bij de aanschaf van een verlichtingssysteem in een stal zijn ook denken aan de omstandigheden tijdens het schoonmaken. Voor het schoonmaken van een stal is minimaal 50 lux nodig, terwijl bij regelgeving veelal wordt gesproken over een verlichtingssterkte van 20 lux.

6.1 Leghennen

Bij leghennen is een goede verlichting belangrijk met betrekking tot het voorkomen van buitennesteieren en pikkerij. Beide factoren spelen vooral in stallen met alternatieve huisvesting (scharrel en voliëre), maar kunnen ook optreden in stallen met verrijkte kooien. Voor buitennesteieren is het belangrijk om geen schaduwplekken te hebben. Hoe pikkerij het beste kan worden voorkomen door middel van verlichting is nog niet helemaal duidelijk. Het kunnen dimmen van de verlichting en het toepassen van rode kleuren is een in de praktijk veel toegepaste methode om eventuele schade te beperken.

Scharrelhuisvesting

In stallen voor scharrelhennen kunnen de in tabel 15 genoemde systemen in principe worden toegepast. Belangrijk aandachtspunt is de plaatsing van de lampen in verband met de lichtverdeling. Door de opstaande rand bij de overgang van strooisel naar roostervloer kunnen hier schaduwplekken ontstaan. Het aanbrengen van de lampen boven deze plaats verdient dan ook de voorkeur. Dit is minder goed mogelijk bij de hoge druk natrium lampen. Meestal is één rij lampen van dit type per rij legnesten voldoende, waarbij ze dan boven de legnesten worden geplaatst. Bij TL en PL is het mogelijk de lampen boven de scheiding tussen strooisel en rooster te hangen. Voordeel daarbij is ook dat er voldoende licht is voor de legnesten. In de praktijk past men het meest TL- en daarnaast PL-verlichting toe. TL-verlichting vanwege de relatief lage investeringen en kosten. PL vooral vanwege de mogelijkheid om eenvoudig over te schakelen naar rode lampen als pikkerij een probleem dreigt te worden.

Tabel 15 Beoordeling verlichting scharrelstallen

	Gloeilampen	Hoogfrequente TL	PL-Orion ¹	SL-lampen	Hogedruk natrium lampen
Aanschafprijs	+	--	-	+/-	+/-
Montage kosten	-	+	-	-	++
Randapparatuur	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-
Onderhoudskosten	+/-	+	+	+	+
Stoomverbruik	--	++	++	++	++
Levensduur	--	+	+	+	++
Dimmen	++	++	+	-	+/-
Lichtverdeling	++	+	++	+	-
Spectrumweergave	+	+/-	--	-	--
Stroboscopisch effect	++	++	++	--	+
Verenpikkerij/kannibalisme	+	+	++	--	+/-
<i>Eindoordeel</i>	<i>4</i>	<i>9</i>	<i>7</i>	<i>-2</i>	<i>5</i>

¹ In leghennenstallen wordt meestal bij het PL-Orion systeem uitgegaan van de helft rode lampen en de andere helft witte lampen

Voliërehuisvesting

Hoofdverlichting

Voor de hoofdverlichting in volièrestallen komen dezelfde soorten verlichtingsbronnen in aanmerking als in scharrelstallen. De voor- en nadelen per verlichtingsbron zijn hierboven al gegeven. Huisvesting in volièrestallen vraagt nog wel een aantal extra aandachtspunten op verlichtingsgebied.

Doordat de volièresystemen in de stal zijn opgebouwd moeten de verlichtingsbronnen zo geplaatst worden dat er zo min mogelijk schaduwplekken ontstaan. Het laten opstellen van een lichtplan voor de stal door de leverancier van de verlichting kan helpen bij het bepalen van de ideale bevestigingsplaats van de lampen. Belangrijk is dat de lichtverdeling goed is; het verschil tussen de laagste en hoogste lichtniveau moet zo klein mogelijk zijn.

Uit opgestelde lichtplannen bleek dat de lichtverdeling van PL-Orion lampen, SL-lampen en gloeilampen beter was dan bij (hoogfrequente) TL-lampen. De reden voor de betere lichtverdeling ligt simpel in het feit dat er meer van deze lampen nodig zijn om de stal goed te kunnen verlichten. Meer lampen verspreid over de stal geeft een gelijkmatiger verdeling van het licht.

Een alternatief dat niet is genoemd bij scharrelstallen is de ITL-lamp vanwege de mogelijkheid deze verticaal op te hangen. Hierbij is in principe een goede lichtverdeling mogelijk tussen de etages in de stellingen. Als er echter veel leghennen op de rand van de roosters gaan zitten, wordt de inval van het licht verder in de stellingen afgeschermd.

Bijverlichting

Bij volièresystemen is het meestal niet te vermijden dat er toch nog plaatsen overblijven waar de hoofdverlichting niet genoeg licht kan geven. Op deze locaties is het vaak te donker, met als gevolg dat de hennen het een rustige prettige locatie vinden om een ei te leggen. Om te voorkomen dat de hennen de eieren buiten de legnesten leggen, dient men te zorgen voor extra verlichting. Het type bijverlichting is voor een groot deel afhankelijk van het soort volièresysteem. In tabel 16 geven we de voor- en nadelen van slangenverlichting en LED-verlichting. Opgemerkt moet worden dat het in sommige volièresystemen ook mogelijk is om bijvoorbeeld als bijverlichting gloeilampen, PL-lampen of SL-lampen te gebruiken.

Tabel 16 Vergelijking bijverlichting volièrestallen

Type bijverlichting	Voordelen	Nadelen
Slangenverlichting	Goedkoop in aanschaf	Hoog stroomverbruik ¹ Korte levensduur Kan brandgevaar opleveren
LED-verlichting	Laag stroomverbruik ¹ Lange levensduur	Duur(der) in aanschaf

¹ In verhouding tot de lichtopbrengst

LED-verlichting is een relatief nieuwe manier van verlichten en is nog volop in ontwikkeling. De verwachting is dat de prijzen in de toekomst dalen. Slangenverlichting is in Duitsland al verboden vanwege het brandgevaar dat kan optreden als de slangen niet goed zijn geïnstalleerd (zie par. 5.3.1). Verder is het stroomverbruik een stuk hoger dan bij de LED-verlichting en is de levensduur (1.000-2.000 uur) veel korter dan de levensduur van LED's (± 25.000 - 30.000 uur).

Kooihuisvesting

Onder kooihuisvesting verstaan we zowel de traditionele batterij als de verrijkte kooi. Verrijkte kooien zijn er in diverse uitvoeringen: waarbij de hennen over de volle breedte van de etage kunnen bewegen, maar ook waarbij er twee kooien per etage zijn. Bij brede uitvoeringen van de kooien kan het noodzakelijk zijn om bijverlichting toe te passen om in het midden van de kooi voldoende licht te krijgen. Dit is natuurlijk ook afhankelijk van de hoofdverlichting. Als hoofdverlichting kunnen de systemen uit tabel 17 worden gekozen.

Tabel 17 Beoordeling verlichting stallen met kooihuisvesting

	Gloeilampen	Hoogfrequente TL	PL-Orion	SL-lampen	ITL-lampen
Aanschafprijs	+	--	-	+/-	--
Montage kosten	-	+	-	-	+
Randapparatuur	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-
Onderhoudskosten	+/-	+	+	+	+
Stoomverbruik	--	++	++	++	++
Levensduur	--	+	+	+	++
Dimmen	++	++	+	-	++
Lichtverdeling	++	-	++	+	+
Spectrumweergave	+	+/-	--	-	+/-
Stroboscopisch effect	++	++	++	--	++
Verenpikkerij/kannibalisme	+	+	++	--	+
<i>Eindoordeel</i>	<i>4</i>	<i>7</i>	<i>7</i>	<i>-2</i>	<i>10</i>

Om met gloeilampen een goede lichtverdeling te krijgen in een stal met kooien zijn veel lampen nodig. Hierdoor en de daarbij horende hoge kosten voor stroomverbruik valt deze keuze af. De lichtverdeling is ook een aandachtspunt bij TL-lampen. Voor een goede verdeling zou men op meerdere hoogtes lampen moeten hangen in de paden, die dan bij controles in de weg zitten. Daarom zijn PL-Orion en ITL-lampen goede alternatieven in stallen met kooien. Bij ITL-lampen is waarschijnlijk bijverlichting ook niet nodig.

6.2 Vleeskuikenouderdieren

Vleeskuikenouderdieren worden over het algemeen in stallen gehouden met dezelfde indeling als scharrelstallen. Daarom kunnen ook dezelfde verlichtingssystemen worden toegepast en gelden dezelfde opmerking bij deze verlichtingssystemen als bij scharrelhennen (zie bij Scharrelhuisvesting en tabel 15). Specifiek aandachtspunt voor verlichting bij vleeskuikenouderdieren is de hoeveelheid licht in relatie tot het sturen van de legproductie. Een te laag lichtniveau kan dit nadelig beïnvloeden. Vleeskuikenouderdieren zijn gevoeliger voor een laag lichtniveau dan leghennen. Als het lichtniveau tijdens de laatste weken van de opfok of het begin van de productie te laag is, zal de uiteindelijke productie lager blijven. In de managementgidsen worden lichtsterktes van 30-60 lux aanbevolen voor tijdens de productieperiode.

6.3 Vleeskuikens, vleeskalkoenen en vleeseenden

In stallen voor vleespluimvee is een gelijkmatige lichtverdeling op dierniveau een van de belangrijkste factoren als het gaat om verlichting. Daarnaast moet de verlichting goed te dimmen zijn. In tabel 18 is een vergelijking gemaakt van drie mogelijke systemen, onder andere op basis van offertes van leveranciers.

Tabel 18 Beoordeling verlichting stallen voor vleespluimvee

	Hoogfrequente TL	PL-Orion ¹	Hogedruk natrium lampen
Aanschafprijs lampen	+/-	+	+/-
Montage kosten	+/-	--	++
Randapparatuur	+/-	+/-	+/-
Onderhoudskosten	+/-	+/-	+
Stoomverbruik	+	+/-	++
Levensduur	+	+/-	++
Dimmen	++	+/-	+
Lichtverdeling	+	++	+
Spectrumweergave	+	--	--
Stroboscopisch effect	++	+	+
Verenpikkerij/kannibalisme	+	+	+/-
<i>Eindoordeel</i>	<i>9</i>	<i>1</i>	<i>8</i>

¹ In stallen bestemd voor de productie van pluimveevlees wordt meestal bij het PL-Orion systeem uitgegaan van de helft groene lampen en de andere helft blauwe lampen.

Uit tabel 18 blijkt dat de hoogfrequente TL en de hogedruk natrium lampen elkaar niet veel ontlopen wat betreft eindoordeel. De keuze voor één van de systemen kan dan ook afhangen van de persoonlijke voorkeur van de pluimveehouder. Deze zal voor een deel gebaseerd worden op de ervaringen van collega's met één van de systemen. In de praktijk past men overwegend hoogfrequente TL-lampen toe. Enkele jaren geleden is op veel plaatsen geïnvesteerd in PL-Orion, maar de indruk is dat dit systeem niet voldoet aan de verwachtingen wat betreft verbetering technische resultaten en verlaging energiekosten (zie ook par. 3.3). Met de hogedruk natrium lampen is nog niet veel ervaring in stallen voor vleespluimvee.

Op enkele bedrijven met vleeskuikens zijn ITL-lampen geïnstalleerd, maar hiervan zijn geen algemene ervaringen bekend.

7 Investerings en exploitatiekosten

Bij de keuze van een verlichtingssysteem zijn de effecten van het systeem op (het gedrag van) de dieren en de technische resultaten twee belangrijke aspecten. Voor de pluimveehouder zijn daarnaast de kosten minstens zo belangrijk. In dit hoofdstuk gaan we daarom in op de benodigde investeringen en de jaarlijkse kosten van de diverse systemen.

Investerings

Voor de diverse diercategorieën zijn offertes gevraagd voor de verlichting in een zogenaamde 'standaardstal'. Dit zijn beschrijvingen van stallen zoals die op dit moment overwegend worden gebouwd wat betreft afmetingen en inrichting.

Voor voliërestallen waren de offertes zo divers dat hier geen eenduidige lijn voor de investering uit te halen viel. Iedere leverancier kwam met een eigen plan voor de verlichting, ondanks de gestelde eisen aan spreiding van en minimum lichtniveau. Hetzelfde geldt ook voor de scharrelstal en de stal voor vleeskuikenouderdieren. Omdat er nog weinig ervaringen zijn met stallen met verrijkte kooien voor leghennen zijn hiervoor geen offertes opgesteld. Voor een stal voor vleespluimvee kon uit de offertes wel een lijn worden gehaald. In tabel 19 is van drie systemen een indicatie gegeven van de investeringen. Daarbij zijn de prijzen genoemd per m² staloppervlak. Voor de drie diercategorieën zijn de investeringen om te rekenen op basis van het aantal dieren per m².

Tabel 19 Investerings voor verlichtingsystemen in een stal voor vleespluimvee in €/m² staloppervlakte

Onderdeel	HF-TL	PL-Orion	HD-Natrium
Stalverlichting	3,04	2,61	2,80
Randapparatuur	0,56	0,56	0,56
Installatiemateriaal / Bekabeling	0,55	1,38	0,53
Montagekosten	2,43	2,91	1,70
Totaal excl. BTW	6,59	7,45	5,59
BTW 19%	1,25	1,42	1,06
Totaal incl. BTW	7,84	8,87	6,65

Jaarlijkse kosten

Voor berekening van de exploitatiekosten van een verlichtingsinstallatie in pluimveestallen gelden de volgende zaken:

Afschrijvingstermijn verlichtingssysteem

De afschrijvingstermijn van een verlichtingssysteem gaat over de afschrijving van het hele systeem behalve de lampen zelf. Vaak wordt uitgegaan van een termijn van ongeveer 20 jaar voor armaturen, kabels, voorschakelapparatuur, dimmer, schakelkast e.d.

Rente

Voor het rentepercentage moet men uitgaan van een langjarig gemiddelde. Dit komt neer op een percentage van ongeveer 4,5%.

Onderhoudskosten

Onder de onderhoudskosten vallen de kosten van nieuwe lampen. De levensduur van de lampen is mede afhankelijk van het verlichtingsschema en het dimmen van de lampen. De economische levensduur is ook afhankelijk van de achteruitgang in lichtintensiteit tijdens de levensduur. Vaak wordt uitgegaan van 2% van de investering als onderhoudskosten.

Energieverbruik

Het totale verbruik aan energie van een verlichtingssysteem is opgebouwd uit het stroomverbruik van de lampen en stroomverbruik van de voorschakelapparatuur. Afhankelijk van het type dimmer dat men gebruikt, kan het stroomverbruik bij dimmen minder zijn, maar dit gaat niet op voor alle dimmers.

Energieprijs

De energieprijs is niet voor iedereen hetzelfde. Sommige pluimveehouders maken gebruik van dubbeltariefmeters. Deze houdt rekening met dal- en piekuren. De prijs van 1 kWh varieert van € 0,12 (piek) tot € 0,07 (dal), de prijzen zijn exclusief Ecotax.

Verlichtingsschema

Het lichtschema dat men hanteert, kan ook invloed hebben op levensduur van de lampen. Als vaak aan en uit geschakeld wordt, kan dit een negatief effect hebben op de levensduur. Ook heeft het lichtschema invloed op de energieprijis: wordt er veel stroom in de piekuren of in de daluren afgenomen?

Verlichting werkruimtes en buitenverlichting

Als men de totale kosten voor verlichting van een pluimveestal in kaart wil brengen, moet men ook rekening houden met de kosten van verlichting in de werkruimtes en de buitenverlichting. Uit de offertes is gebleken dat men voor de gebruikte standaard stallen gemiddeld kan uitgaan van een aanschafprijs van ongeveer € 500,00 per bedrijf.

De grote verschillen die uit de lichtplannen en offertes naar voren kwamen, hebben ertoe geleid dat het niet mogelijk is een reëel algemeen geldende exploitatieberekening te geven per verlichtingssysteem. In bijlage 2 van dit rapport staat een schema waarmee aan de hand van een offerte eenvoudig de investering- en exploitatiekosten zijn te berekenen.

8 Aanbevelingen

Naar aanleiding van de inventarisatie van de verschillende verlichtingssystemen, literatuur en de offertes die zijn opgesteld voor het aanbrengen van verlichting in pluimveestallen, komen de volgende aanbevelingen naar voren:

- Een kip kijkt anders dan de mens. Pluimvee is in staat ultraviolet licht waar te nemen en reageert ook op licht buiten het oog om. De frequentie waarmee het licht wordt uitgestraald heeft invloed op de dieren omdat pluimvee flitsen met een hogere frequentie dan mensen kan onderscheiden. Dit geeft een negatief stroboscopisch effect, de dieren zien het licht als discoverlichting. De mens kan er dus niet vanuit gaan dat als de verlichting goed is voor de mens, het ook optimaal is voor pluimvee.
- Voor scharrel- en voliëreleghennen zijn de vier belangrijkste verlichtingssystemen waaruit de pluimveehouder kan kiezen: hoogfrequente TL, PL-Orion, SL-lampen en gloeilampen. De voorkeur gaat uit naar hoogfrequente TL-verlichting of PL-ORION-verlichting. Deze lampen hebben een laag energieverbruik en geven geen negatief stroboscopisch effect.
- Voor bijverlichting in voliëresystemen bestaan er twee mogelijkheden: slangenverlichting en LED-verlichting. De voorkeur gaat uit naar LED-verlichting, ondanks dat de aanschafkosten nog aan de hoge kant zijn. LED's hebben een lange levensduur, verbruiken weinig energie en geven voldoende licht.
- Bij vleeskuikens, kalkoenen en eenden zijn vooral twee systemen geschikt: hoogfrequente TL en hogedruk natrium verlichting. De hogedruk natrium lamp heeft lage kosten, de hoogfrequente TL is gemakkelijker in gebruik wat betreft management (verlichtingsschema's). PL-Orion wordt nauwelijks meer toegepast.
- Vraag altijd bij verschillende leveranciers van verlichting offertes aan, de prijsverschillen kunnen behoorlijk zijn. Vraag naast de offerte ook naar een lichtplan waarin berekend wordt hoe de verdeling van licht in de stal eruit komt te zien en waar de lampen het beste geplaatst kunnen worden.
- Reken aan de hand van de offertes uit hoe hoog de exploitatiekosten zijn. Houd rekening met het stroomverbruik van de voorschakelapparatuur en informeer of de dimmers bij dimmen ook energie besparen.
- Vraag naar de levensduur van de lampen en wat de lichtopbrengst aan het einde van de levensduur is. Ook is het belangrijk te weten of de lampen een negatief stroboscopisch effect veroorzaken.

Bijlagen

Bijlage 1 IP-classificatie

De IP-classificatie, International Protection (internationaal toegepast), is een nauwkeurige methode waarmee de beschermingsgraden van omhulsels wordt aangegeven. De IP-classificatie geeft aan in hoeverre het materieel en materiaal bestendig is tegen water, voorwerpen, stof en in hoeverre het mechanisch bestendig is. Afhankelijk van de situatie waarin materieel en materialen worden gebruikt, moet men de IP-klasse kiezen die een afdoende bescherming geeft.

De IP-beschermingsgraad wordt aangegeven door twee cijfers:

1. Bescherming tegen binnendringen van voorwerpen en stof
2. Bescherming tegen water

Een eventueel derde cijfer geeft de mechanische bestendigheid weer

1^e IP-cijfer: bescherming tegen voorwerpen en stof

Het eerste cijfer van de IP-classificatie heeft betrekking op de bescherming tegen indringen van voorwerpen en stof. Bijvoorbeeld: met een voorwerp van 1 mm kunt u in materieel van IP 4X niet binnendringen. De overige klassen worden in tabel 1 weergegeven.

Tabel 1 Betekenis van het eerste IP-cijfer

Eerste cijfer	Beschrijving	IP-aanduiding	Benaming
0	Niet beschermd	IP 0X	
1	Beschermd tegen vaste voorwerpen groter dan 50 mm	IP 1X	
2	Beschermd tegen vaste voorwerpen groter dan 12 mm	IP 2X	Aanrakingsveilig
3	Beschermd tegen vaste voorwerpen groter dan 2,5 mm	IP 3X	
4	Beschermd tegen vaste voorwerpen groter dan 1 mm	IP 4X	
5	Beschermd tegen stof	IP 5X	Stofvrij
6	Stofdicht	IP 6X	Stofdicht

2^e IP-cijfer: bescherming tegen water

Het 2^e kerncijfer van de IP-classificatie geeft de beschermingsgraad voor water. Van druppelend water tot en met langdurig verblijf onder water. De verschillende klassen worden in tabel 2 weergegeven.

Tabel 2 Betekenis van het tweede IP-cijfer

Tweede cijfer	Beschrijving	IP-aanduiding	Benaming
0	Niet beschermd	IP X0	Gewoon
1	Beschermd tegen druppelend water	IP X1	Druipwaterdicht
2	Beschermd tegen water bij een schuine stand van 15 graden	IP X2	
3	Beschermd tegen sproeiend water	IP X3	Regenwaterdicht
4	Beschermd tegen opspattend water	IP X4	Spatwaterdicht
5	Beschermd tegen waterstralen	IP X5	Spuitwaterdicht
6	Beschermd tegen stortbuien	IP X6	
7	Beschermd tegen onderdompeling tot 1 m diep en 30 min. lang	IP X7	Waterdicht
8	Beschermd tegen verblijf onder water	IP X8	Drukwaterdicht

3^e IP-cijfer: bescherming tegen mechanische krachten

Er ligt, al jaren, een voorstel voor een derde kerncijfer: "mechanische bestendigheid". Naast de bescherming van materieel tegen voorwerpen, stof en water is het in bepaalde omstandigheden ook van belang dat materieel beschermd is tegen mechanische krachten (stootenergie). Om de bestendigheid tegen stootenergie aan te geven is er een voorstel voor een derde cijfer. Dit cijfer is nog niet genormaliseerd, maar wordt in een aantal landen, zoals in Frankrijk, wel gebruikt (zie tabel 3).

Tabel 3 Betekenis van het eventuele derde IP-cijfer

Derde cijfer	IP-aanduiding	Stootenergie in joule
0	IP XX0	geen
1	IP XX1	0,225
2	IP XX2	0,375
3	IP XX3	0,500
4	IP XX4	
5	IP XX5	2,000
6	IP XX6	
7	IP XX7	6,000
8	IP XX8	
9	IP XX9	10,000

Bijlage 2 Investering- en exploitatieberekening

UITGANGSPUNTEN

Gemiddelde verlichtingssterkte		.....	lux
Aantal armaturen	(a)	.....	stuks
Prijs armatuur type _____	(b)	€	
Aantal lampen per armatuur	(c)	.....	stuks
Prijs lamp type _____	(d)	€	
Opgenomen vermogen inclusief v.s.a. per armatuur	(m)	.....	kW
Prijs per kWh	(o)	€	
Economische levensduur lamp	(l)	.....	uur
Aantal branduren per jaar	(k)	.....	uur
Annuïteitfactor (rente +aflossing) (..... jaar à%)	(g)	.....	%
Installatiekosten	(h)	€	

INVESTERING

..... (a)	armaturen	à €	(b)	€	(e)
..... (a) x (c)	lampen	à €	(d)	€	(j)
Installatiekosten				€	(h)
Totale investering (e + j + h)				€	

EXPLOITATIEKOSTEN PER JAAR

I. Armaturenkosten per jaar					
Totaal bedrag armaturen x annuïteitfactor:					
..... (e) x	..... (g)			€	
II. Installatiekosten per jaar					
Installatiekosten x annuïteitfactor:					
..... (h) x	..... (g)			€	
III. Lampkosten per jaar					
<u>totaal bedrag lampen x aantal branduren per jaar</u>					
economische levensduur					
..... (j) x	..... (k)			€	
..... (l)					
IV. Energiekosten per jaar					
Aant. arm. x opg. verm. x aant. branduren/jr x kWh-prijs					
..... (a) x	..... (m) x	..... (k) x	..... (o)	€	
Totale exploitatiekosten per jaar				€	

Literatuur

Iepema, G., Juli 2005. De invloed van daglicht op de gezondheid van mens en dier; Verslag van een literatuurstudie naar de effecten van daglicht bij leghennen. Louis Bolk Instituut, Zeist.

Lewis, L. and Morris, T., 2006. Poultry Lighting, the theory and practice. Northcot, Hampshire, United Kingdom.

Linders, R., 1996. Verlichting in pluimveestallen, Boxmeer.

Molenaar, J.G. de, 2003, Lichtbelasting. Overzicht van de effecten op mens en dier. Wageningen, Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte. Alterra-rapport 778. 72 blz.; 52 ref.

Nuboer, J.F.W., M.A.J.M. Coemans and J.J. Vos, 1992, Artificial lighting in poultry houses: do hens perceive the modulation of fluorescent lamps as flicker? *British Poultry Science* (1992) 33: 123-133.

Ziggers, D., 1994. "Verlichting is meer dan een lamp aandoen", *Pluimveehouderij*, 24, (8 juli 1994), nr. 27.