

Daglichtmanagement bij (opfok)leghennen



bioKennis



WAGENINGENUR

For quality of life

Colofon

Uitgever

Wageningen UR Livestock Research
Postbus 65, 8200 AB Lelystad
Telefoon 0320 - 238238
Fax 0320 - 238050
E-mail info.livestockresearch@wur.nl
Internet <http://www.livestockresearch.wur.nl>

Redactie

Communication Services

Copyright

© Wageningen UR Livestock Research, onderdeel van Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek, 2010

Overname van de inhoud is toegestaan, mits met duidelijke bronvermelding.

Aansprakelijkheid

Wageningen UR Livestock Research aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Wageningen UR Livestock Research en Central Veterinary Institute, beiden onderdeel van Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek vormen samen met het Departement Dierwetenschappen van Wageningen University de Animal Sciences Group van Wageningen UR (University & Research centre).

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 gedeponereerd bij de Arrondissementsrechtbank Zwolle.

Abstract

This report provides an overview of the influences of daylight on pullets and laying hens. Various management aspects of light and lighting programs are discussed. Finally an overview is given of the various daylight tubes and bulbs and various transparent materials to enable daylight entering the henhouse.

Keywords: Daylight, light management, laying hens, pullets

Referaat

ISSN 1570 - 8616

Auteur(s)

B.F.J. Reuvekamp
Th.C.G.M. van Niekerk

Titel

Daglichtmanagement bij (opfok)leghennen

Rapport 387

Samenvatting

In dit rapport wordt een overzicht gegeven van de invloed van daglicht op (opfok)leghennen. Daarbij worden tevens de verschillende managementaspecten van verlichting en lichtschema's behandeld. Tenslotte wordt een overzicht gegeven van daglichtlampen en lichtdoorlatende materialen om daglichtinval in de stal te realiseren.

Trefwoorden: Daglicht, lichtmanagement, leghennen, opfokhennen



LIVESTOCK RESEARCH
WAGENINGEN UR

Rapport 387

Daglichtmanagement bij (opfok)leghennen

B.F.J. Reuvekamp
Th.C.G.M. van Niekerk

Augustus 2010

Samenvatting

In stallen voor biologische leghennen is ruimschoots daglicht verplicht. Een ruime hoeveelheid daglicht wordt algemeen gezien als een belangrijk welzijnsaspect voor leghennen. Het ontbreekt echter aan informatie of dat werkelijk zo is. Er is verder een gebrek aan kennis over het management van daglicht, het management van kippen in stallen met veel daglicht en de invloed van daglicht op gedrag, diergezondheid en technische resultaten. Ook ontbreekt het aan informatie hoe de daglichtvoorziening het beste kan worden gerealiseerd. Om deze leemten op te vullen is een literatuurstudie uitgevoerd.

In de biologische regelgeving staat dat er voor pluimvee ruimschoots daglicht in het gebouw moet kunnen komen. Volgens de Europese regelgeving zou dit meer moeten zijn dan bij gangbare leghennen. De biologische regelgeving over daglicht kan duidelijker worden opgesteld. In de regelgeving voor gangbare leghennen staat onder andere dat daglicht gelijkmatig moet zijn verdeeld in de stal. Volgens private regelgeving (IKB-ei en KAT) moeten de daglichtinlaten minimaal 3% zijn van het grondoppervlak. Direct zonlicht in de stal moet worden vermeden en de lichtsterkte in de stal moet minimaal 20 lux op dierhoogte zijn. Voorafgaande aan de donkerperiode wordt een schemerperiode in acht genomen. De koude scharrelruimte of wintergarten moet duidelijk lichter zijn dan in de stal. Kat en IKB regelen niets voor opfokleghennen. Alleen de verdergaande KAT-regelgeving "Tierschutz geprüft" zegt dat opfokleghennen gewend moeten worden aan daglicht.

Kippen kunnen meer zien dan mensen. Ze zien onder andere ultraviolet licht waardoor ze objecten (zoals voer, omgeving en elkaar) anders zien dan mensen. Het kippenoog is gevoeliger voor licht dan het mensenoog, waardoor lichtsterktes door kippen als hoger ervaren worden dan het voor mensen is. Lichtsterktemeters zijn afgestemd het lichtspectrum zoals de mens dit ziet, waardoor lichtmetingen in stallen de lichtsterkte voor kippen onderschat. Kippen zien meer beeldjes per seconde dan de mens en kunnen laag frequente lampen zien flikkeren. Er zijn echter geen aanwijzingen gevonden dat flikkeringen leiden tot problemen als meer (veren)pikkerij bij (opfok)leghennen.

De eigenschappen van daglicht variëren gedurende de dag, door weersomstandigheden en het seizoen. Daglicht bevat 6,7% UV (300 tot 400 nm, UV-A en een deel van UV-B). UV-licht bestaat uit UV-A, -B en -C, met ieder hun specifieke eigenschappen en effect. Leghennen die in een legstal komen met daglicht en dit in de opfok niet gewend zijn kunnen problemen krijgen; zo wordt onder andere de kans op pikkerij groter. Ook voor daglicht geldt dat een gelijkmatige lichtverdeling de voorkeur heeft. Het effect van daglicht ten opzichte van kunstlicht op technische resultaten is niet eenduidig. Er is weinig bekend over het effect van daglicht op diergezondheid en gedrag. Om deze reden is verder gezocht naar informatie over aspecten van daglicht namelijk ultraviolet licht, lichtsterkte en daglengte.

Ultraviolet licht speelt een rol bij de onderlinge herkenning, het zien van de omgeving, voer en strooisel. Er zijn enkele aanwijzingen dat gedrag en technische resultaten worden beïnvloed door UV-A, maar de beschikbare informatie is beperkt. Bij kalkoenen kan het risico op pikkerij kleiner zijn, maar voor kippen is geen informatie gevonden. Mogelijk verkleint UV-A ook bij kippen het risico op pikkerij, omdat het andere gedragingen als bodempikken bevordert in situaties waarin strooisel aanwezig is. De onderzoeken met UV-A en UV-B zijn met verschillende lampen en bij verschillende soorten pluimvee uitgevoerd, waardoor het lastig is ze zonder meer bij elkaar te nemen. Er zijn aanwijzingen dat met UV-A en UV-B sommige technische resultaten beter kunnen zijn in vergelijking met licht waarin weinig UV zit. Dit betreft het diergewicht op 20 weken leeftijd, het legpercentage, eigewicht, eimassa, eischaaldichtheid, voerverbruik en voerconversie. Het diergewicht op 16 weken leeftijd kan achterblijven. Er zijn geen aanwijzingen voor een effect van UV-A en UV-B op diergewicht na 20 weken leeftijd, leeftijd waarop het 1^e ei wordt gelegd, uitval in opfok- en legperiode, buikvetgehalte, percentage eischaal, dooier en eiwit of soortelijk eigewicht. UV-B kan bijdragen aan de voorziening in vitamine D.

Toepassing van UV-C licht in pluimveestallen kan voordelen hebben als ziekteverwerkers worden gedood. Het lijkt er wel op dat de dieren niet rechtstreeks aangestraald mogen worden door een bron met UV-C, om oogafwijkingen te voorkomen. Het is mogelijk dat UV-C de technische resultaten verbetert, maar nader onderzoek is gewenst.

Het effect van lichtsterkte op de leeftijd waarop het eerste ei wordt gelegd is niet eenduidig. In het tweede deel van de opfok moet de lichtsterkte lager zijn dan in de legperiode voor een maximaal legpercentage. Tijdens het aan de leg komen moet de lichtsterkte worden verhoogd tot 5-15 lux. Onduidelijk is of voor een goede legpersistentie het zinvol is de lichtsterkte gedurende de legperiode te verhogen. Bij toenemende lichtsterkte neemt het eigewicht af, al zijn de literatuurgegevens niet eenduidig. Lichtsterkte in de opfok heeft waarschijnlijk geen effect op het eigewicht. Waarschijnlijk is voor een maximale eimassa een minimale lichtsterkte nodig van 17 lux en zal de eimassa afnemen bij hoge lichtsterkten door een lager eigewicht. Bij toenemende lichtsterkte lijkt de voeropname af te nemen. Uit de beschikbare onderzoeken kan geen harde conclusie worden getrokken over het verband tussen lichtsterkte en uitval. Leghennen bleken een grote voorkeur te hebben om bij een hoge lichtsterkte van ca. 200 lux te eten en bij deze lichtsterkte twee tot drie keer zo hard voor het eten te willen werken dan bij lagere lichtsterkten. Springen van zitstok naar zitstok gaat beter bij een hogere lichtsterkte van 32-40 lux, dan bij een lagere lichtsterkte dan 6 lux. Als de hennen geen goede sprong en landing kunnen maken kan dat leiden tot verwondingen. Verder werden ook meer frustratie geluiden van de kippen geregistreerd bij lagere lichtsterkten.

Bij een hoge lichtsterkte zijn de dieren actiever, zijn meer met het strooisel bezig, minder angstig en reageren minder sterk op vreemde voorwerpen. Zonnebaden komt alleen bij hoge lichtsterkten voor. Het effect van lichtsterkte op het verenpik gedrag in de opfok is niet duidelijk en nader onderzoek is gewenst. Tot ca. 10 lux is er geen effect op verenschade. Er boven is wel verenschade te verwachten. Bij meer dan 53 lux is geen onderzoek gedaan, waardoor het onbekend is of er verenschade ontstaat bij hoge lichtsterkten. In de legperiode wordt bij hogere lichtsterkten iets minder zacht verenpikken gezien en soms iets meer hard verenpikken. Soms wordt er een effect van lichtsterkte op verenschade gezien, maar overtuigend is het niet.

De nesten worden beter bezocht als er voldoende verschil is tussen de lichtsterkte in de legnesten en de omgeving waar de legnesten staan. Bij een goede lichtverdeling, dus geen lichte plekken, is de kans kleiner dat de hennen op een hoop kruipen en elkaar dooddrukken. Bij een lichtsterkte van 200 lux blijven de kammen kleiner en zijn roder dan bij 20 lux.

Daglengte in een pluimveestal wordt niet alleen bepaald door de tijd dat de kunstverlichting aan is, maar ingeval van daglichtstallen ook door de natuurlijke daglengte. Voor elk merk leghennen bestaan adviesschema's voor lichtduur die de kip moet krijgen om een optimale productie te realiseren. Bij opfok in een donkerstal of in een daglichtstal waar het daglicht goed kan worden geregeld kan het geadviseerde lichtschema worden gevolgd. Als de stal onvoldoende of helemaal niet donker kan worden gemaakt, zijn er een aantal mogelijkheden om het lichtschema af te stemmen op de natuurlijke daglengte. Hierbij zijn er een aantal dingen waarmee men rekening moet houden en die invloed kunnen hebben op de resultaten. De daglengte tijdens de opfok mag niet toenemen, om te voorkomen dat de dieren te vroeg in productie komen. Als het 1^e ei vroeg komt worden meer eieren gelegd, is het eigewicht lager en het aandeel kleine eieren groter. De eischaal is sterker. Er worden wel meer dubbeldooiers gelegd. De vraag is wat de gevolgen zijn voor de legpersistentie en voor het aantal hennen dat niet de volledige legperiode vol kunnen maken (slijters). Hierover is geen informatie gevonden.

Als de natuurlijke daglengte afneemt tijdens (het tweede deel van de) opfok kan de natuurlijke daglengte worden gevolgd, eventueel aangevuld met kunstlicht. Als in het tweede deel van de opfok de natuurlijke daglengte toeneemt zijn er een aantal mogelijkheden om in te spelen op de natuurlijke daglengte.

- A. De hennen opfokken bij een constante daglengte gedurende de gehele opfok of in het tweede deel van de opfok. Een langere constante daglengte tijdens de opfok (0 tot 18-20 weken leeftijd) heeft geen negatief effect op technische resultaten. Sommige kengetallen kunnen zelfs beter zijn. Hennen opgefokt bij een langere constante daglengte kunnen minder gestrest zijn.
- B. Tijdens het eerste deel van de opfok een lange daglengte aanhouden en deze vervolgens laten afnemen met 15-20 of 30 minuten per week. Er zijn aanwijzingen dat de snelheid van afbouwen van de daglengte geen effect heeft op technische resultaten en het dus niet zoveel uitmaakt hoe snel het aantal uren daglengte wordt afgebouwd.

Bij opfok zonder daglicht is het bij de overgang naar een legstal met daglicht belangrijk dat er geen grote sprong is in de daglengte. In de legstal mag de daglengte niet afnemen, om te voorkomen dat de dieren minder gaan leggen of zelfs stoppen met leggen of in de rui gaan. Er zijn een aantal mogelijkheden hoe men hierop in kan spelen. Als de natuurlijk daglengte gaat afnemen is het zaak de daglengte constant te houden. Het is aan te bevelen de bijverlichting zowel in de morgen als in de avond te geven. Het lijkt zinvol te zijn om in het begin van de legperiode het aantal uren licht per dag

niet verder te laten toenemen dan tot 14 uur licht. Een verdere verlenging dient men pas toe te passen als er problemen te verwachten zijn door bijvoorbeeld warm weer.

Naast daglengte beïnvloedt ook het seizoen de leeftijd waarop het 1^e ei valt en de gewichtsverdeling van de eieren. Het is zinvol om het natuurlijke lichtsterkte verloop van daglicht na te bootsen door morgens het (kunst)licht geleidelijk aan te laten gaan en avonds geleidelijk uit.

Daglichtlampen worden ook wel True Light of volspectrum lampen genoemd. Ze zijn meestal hoogfrequent en kunnen ook UV uitstralen. Veel fabrikanten van lampen hebben verschillende soorten daglichtlampen in hun programma. Deze zijn verkrijgbaar in verschillende uitvoeringen: TL, LED en compacte lampen.

Daglicht kan op verschillende manieren de stal binnenkomen en worden geregeld. Dit kan worden gestuurd met een lichtsterktemeter aangesloten op een klimaatcomputer. Daglichtdoorlaten en ventilatie openingen kunnen gecombineerd worden. Nadeel is dat beide niet onafhankelijk van elkaar geregeld kunnen worden. Ongewenste daglichtinval via ventilatie openingen kan op verschillende manieren worden verminderd.

Daglichtinlaten kunnen worden uitgevoerd met verschillende materialen. Deze materialen kunnen zijn behandeld, waardoor ze meer of minder licht (UV en infrarood) doorlaten en minder gevoelig zijn voor condens, stof en vuil. Diffuus licht dringt beter door in een ruimte dan direct licht. Materialen die het licht verstrooien hebben de voorkeur, waarmee de kans kleiner wordt op lichte plekken in de stal. Van veel materialen is de lichtdoorlatendheid van het zichtbare licht bekend. Waarden voor de UV-doorlatendheid worden apart gegeven. De lichtdoorlatendheid is niet alleen afhankelijk van het type materiaal, maar ook van de mate van vervuiling, condens, waterdruppels, oriëntatie en helling ten opzichte van de lichtbron of invalshoek van het licht.

De keuze voor een bepaald materiaal hangt niet alleen af van het soort materiaal en de lichtdoorlatendheid. Aspecten die ook een rol spelen zijn brandbaarheid, levensduur en prijs. Dit rapport geeft echter geen antwoord op de vraag welk materiaal het beste kan worden toegepast in pluimveestallen of waar een daglichtinlaat het beste in de stal kan worden gepositioneerd.

Summary

In poultry houses for organic laying hens ample daylight is obligatory. There is however a lack of knowledge on the management of daylight, management of laying hens in houses with bright daylight and the influence of daylight on behaviour, health and technical results of the hens. Also there is a lack of information on how to realize daylight in the best way. To fill these gaps in knowledge a literature study has been carried out.

According to legislation for organic layers and pullets the houses should provide ample daylight. European legislation dictates that organic layers should have more daylight than regular poultry. The legislation regarding daylight for organic poultry could be worded more clearly. In the legislation for regular laying hens it is stated that daylight should be distributed over the house evenly. According to private regulations (IKB-ei and KAT) daylight openings should have a surface of at least 3% of the floor surface. Direct sunlight in the house is usually prevented and the level of light in the house should be at least 20 lux at bird height. Before the dark period a twilight period is set. The covered veranda or wintergarden should be brighter than the interior of the house. KAT and IKB don't set any regulations for pullets. Only the more strict KAT-regulation "Tierschutz geprüft" states that pullets should be habituated to daylight.

Chickens can see more than humans. Among others they can see ultra violet light causing objects like feed and conspecifics to look different from how humans perceive them. The chicken eye is more sensitive to light than the human eye. Therefore a hen perceives certain light levels as more bright than humans would perceive them. Light measuring equipment has been developed for human vision, causing them to under-estimate the light level for hens in the house. Chickens see more images per second and thus can see the flickering of low-frequency lights. There are however no indications found that this flickering leads to problems like more (feather) pecking in pullets.

The characteristics of daylight vary over the day and are also influenced by weather conditions and seasons. Daylight comprises 6.7% UV (300 to 400 nm, UV-A and a part of UV-B). Light with a wavelength shorter than 300 nm does not reach the earth. If laying hens are housed in a daylight house without having been exposed to daylight in the rearing period, they can develop problems; among others the risk for feather pecking will be higher. Like artificial light, daylight should be distributed evenly throughout the house. There is no clear effect of daylight compared to artificial light on the technical results of laying hens. There is not much known about the effect of daylight on bird health and behaviour. For this reason more information is collected on aspects of daylight, e.g. ultraviolet light, light level and day length.

Ultraviolet light plays a role in the mutual recognition and the perception of the environment, feed and litter. UV-light comprises of UV-A, -B, and -C, with each having their specific characteristics and effects. There are some indications that behaviour and technical results are influenced by UV-A, but the available information is limited. In turkeys the risk for pecking is reduced, but for laying hens no information has been found. It could be that UV-A reduce the risk for pecking in laying hens as well, because it stimulated behaviours like floor pecking in situations where litter is available.

The researches with UV-A and UV-B are carried out with different lamps and with different type of poultry, making it difficult to draw general conclusions. There are indications that UV-A and UV-B have a positive influence on some technical results. These are: bird weight at 20 weeks of age, percentage of lay, egg weight, egg mass, egg shell density, feed intake and feed conversion ratio. Bodyweight at 16 weeks of age can be reduced. There are no indications for an effect of UV-A and UV-B on bird weight after 20 weeks of age, age of first egg, mortality in rearing and laying period, percentage of belly fat, percentage of egg shell, yolk and egg white or specific gravity. UV-B can contribute to the production of vitamin D.

Applying UV-C in poultry houses may have the advantage of reducing the number of pathogens. To prevent eye abnormalities direct radiation of UV-C on birds should be prevented. It is possible that UV-C improves technical results, but more research is needed to confirm this.

The effect of light intensity on the onset of lay is not clear. In the second part of the rearing period the light intensity should be lower than in the laying period to realize maximum performance. When hens start to come into lay the light intensity should be elevated to 5-15 lux. It is unclear if it is useful to raise the intensity during lay to realize a good laying persistency. Although the literature is not all pointing in

this direction, it seems that a higher light intensity results in smaller eggs. Light intensity during the rearing period probably does not have an effect on egg weight. It seems that a minimal light level of 17 lux is needed to realize a maximum egg mass and egg mass will be reduced at higher light levels due to lower egg weights. Feed intake seems to be lower at higher light intensities. From the available researches no hard conclusions can be drawn with regards to the relation between light intensity and mortality. Laying hens seemed to prefer higher light levels of about 200 lux to eat and they were prepared to work for this light 2-3 times as hard compared to lower light intensities. At 32-40 lux jumping from perch to perch was easier than at 6 lux. If hens do not jump and land well this could lead to injuries. Further, more frustration noises were recorded at lower light intensities. At higher light intensities birds were more active, were more busy with the litter, were less fearful and reacted less on novel objects. Sunbathing was only seen at higher light intensities.

The effect of light intensity on feather pecking is not clear and more research is needed. Up to about 10 lux there is no effect on feather damage. Above this light level feather damage can be expected. At more than 53 lux no research has been conducted, so no information is available on feather damage at these light intensities. In the laying period at higher light intensities more gentle feather pecking is seen and sometimes a bit more severe feather pecking. Sometimes an effect of light intensity on feather damage is seen, but not quite convincing.

Nestboxes are visited more frequently if there is sufficient difference between the light intensity in the nestboxes and the direct environment. At a good light distribution, thus no light spots, the risk for smuggling is lower. At light intensities of 200 lux combs are smaller and more red than at 20 lux.

Day length in a poultry house is not only determined by the time the artificial lights are on, but in case of daylight also by the natural day length. For each layer genotype schedules are made to advice on the optimal day length a hen should be give to realize an optimum production.

Rearing in a dark house or a house with good light control the advised light schedule can be followed. If there is no or limited possibilities to darken the house, there are a number of possibilities to adjust the light schedule to the natural day length. One should take a number of issues into account, that may be of influence on the final result. Day length during rearing may not get longer to prevent hens from getting into production too soon. If the first egg comes early, more eggs are laid, egg weight is lower and the number of small eggs is larger. Egg shell is stronger and more double yolks are laid. The question is what consequences this has for persistency of lay and for the number of hens that do not last until the end of the laying period. No information on this has been found.

If the natural day length is getting shorter during (the second part of) the rearing period, this natural pattern can be followed, if necessary added with some artificial light. If day length is getting longer in the second part of the rearing period there are a number of possibilities to adjust to the natural day length.

A. Rearing hens at a constant day length during the complete rearing period or in the second part of it. A longer constant day length during rearing (0 to 18-20 weeks of age) has no negative influence on technical results. Some production results may even be better. Hens reared at a longer constant day length may be less stressed.

B. During the first part of the rearing period maintaining a long day length and then reduce it with 15-30 minutes per week. There are indications that the speed of reducing day length has no effect on the production results, so it doesn't make a lot of difference how fast the number of ours daylight are reduced.

When the pullets are reared in a dark house it is important not to have a large jump in the duration of the day when the birds are placed in the layer house. In the laying house the day length should not be reduced to prevent hens from a reduction or stop of lay or even a start of moult. There are a number of possibilities to manage this. If natural day length reduces one should keep the day length constant by providing artificial light, preferably both in the morning and evening. There are indications that the number of hours per day should not exceed 14 hours at the beginning of the laying period. A further elongation of the day length should only be done if problems due to hot temperatures occur.

Apart from day length also seasonal influences determine the age at first egg and the distribution of egg weight. It is good to imitate the natural dusk and dawn periods by slowly turning on and off the artificial lights in the morning and evening.

Daylight lamps are also called True Light or full spectrum lights. They are usually high frequency lights and can also contain UV in their spectrum. Many producers of lamps have different types of daylight lamps. They are provided in TL, LED and compact lamps.

Daylight can enter a hen house and be regulated in many ways. This can be controlled with a light sensor, connected to the climate control computer. Daylight openings and ventilation openings can be combined, although for that situation it is a disadvantage that both cannot be controlled independently from each other. Unwanted daylight via the ventilation openings can be reduced in various ways. Daylight inlets can be made of various materials. These materials can be treated, causing them to let more or less light (UV and Infrared) pass and be less sensible for condense, dust and dirt. Diffuse light better penetrates throughout the house than direct light. Materials that scatter light are advised, as the risk for light spots in the house is lower. Many materials have a known light transparency of the visual light. Values for UV are given separately. The transparency is not only depended on the type of material, but also the rate of dirtiness, condense, water drops, orientation and slope towards the light source or the angle of the light coming into the house. The choice for a certain type of material depends not only the type and transparency, but also other aspects like fire resistance, durability and price. This report does not give an answer to the question which material can best be applied in poultry houses.

Inhoudsopgave

Samenvatting

Summary

1	Inleiding	1
2	Regelgeving	2
3	Hoe kippen licht zien en ervaren	4
4	Daglicht versus kunstlicht	7
	4.1 Kenmerken daglicht	7
	4.2 Afstemmen opfok- en legperiode	9
	4.3 Gelijkmatische lichtverdeling	9
	4.4 Effect daglicht.....	10
5	Ultraviolet (UV) licht	11
	5.1 UV-A.....	11
	5.2 UV-A en UV-B	14
	5.3 UV-B en vitamine D.....	14
	5.4 UV-C.....	15
6	Lichtsterkte	16
	6.1 Technische resultaten	16
	6.2 Welzijn, gedrag en diergezondheid.....	22
7	Daglengte	27
	7.1 Natuurlijke daglengte (opfok)	27
	7.2 Constante daglengte (opfok).....	28
	7.3 Variabele daglengte (opfok).....	31
	7.4 Overgang opfok- naar legstal.....	31
	7.5 Leeftijd 1 ^e ei.....	31
	7.6 Natuurlijke daglengte (leg)	32
	7.7 Variabele daglengte (leg).....	34
	7.8 Scherfases (opfok en leg).....	34
8	Daglichtlampen	36
9	Daglichtvoorzieningen en regelen	38
	9.1 Combinatie ventilatie en daglichtinval	38
	9.2 Regelen daglicht	38
10	Lichtdoorlatende materialen	48
	Conclusies en samenvatting	59
	Literatuur	62

1 Inleiding

In de biologische houderij is het verplicht om daglicht in de stal te hebben. Vanouds wordt daglicht echter in relatie gebracht met het risico op excessieve pikkerij. De daglichtinval wordt daarom vaak geminimaliseerd. Het reduceren van het lichtniveau voorkomt echter lang niet altijd pikkerij. Bovendien blijkt dat een aantal stallen goed functioneert bij een hoge lichtintensiteit en veel daglicht.

Het lijkt er dus op dat niet zozeer het hoge lichtniveau of de hoeveelheid daglicht een probleem vormt, maar dat het vooral een gebrek aan kennis is omtrent het management van licht en het management van kippen in stallen met veel licht.

Een ruime hoeveelheid daglicht wordt algemeen gezien als een belangrijk welzijnsaspect voor leghennen. Het ontbreekt echter aan informatie, hoe dit het beste kan worden gerealiseerd en gemanaged. Als deze informatie beschikbaar is, kunnen biologische stallen nog diervriendelijker gemanaged worden en voldoen ze nog meer aan het ideaalbeeld van het dier. Omdat de omstandigheden tijdens de opfok heel bepalend kunnen zijn voor het functioneren tijdens de legperiode, worden deze opfokomstandigheden en de afstemming met de legperiode meegenomen.

Het doel van het project is vergroten van kennis bij de sector omtrent:

- het effect van daglicht inclusief daglichtlampen op het gedrag, technische resultaten en exterieur van kippen
- de mogelijkheden waarop daglicht kan worden gemanaged
- een optimale afstemming van daglicht- en diermanagement, zowel in de opfok als in de legperiode

In deze literatuurstudie beperken we ons tot (opfok)leghennen. Alleen indien vrij zeker is dat bepaalde informatie van andere pluimveesoorten geldig is voor leghennen is dit meegenomen. De indruk bestaat namelijk dat de verschillende pluimveesoorten wezenlijk anders reageren op licht. Indien geen, te weinig of tegenstrijdige informatie is gevonden over (opfok)leghennen is dit aangevuld met informatie van andere pluimveesoorten. De volgende vragen komen aan de orde in dit rapport:

- Wat is de regelgeving over (dag)licht?
- Hoe zien of ervaren kippen licht?
- Wat is daglicht en wat is het effect van daglicht op de dieren?
- Welke eisen worden gesteld aan (dag)licht?
- Wat is de invloed van ultraviolet licht op de dieren?
- Wat is het effect van lichtsterkte op de dieren?
- Welke daglengte is optimaal in de opfok- en legperiode in daglichtstallen?
- Wat is het effect van daglicht op het gedrag, diergezondheid en technische resultaten?
- Kunnen daglichtlampen worden toegepast en wat is het effect van daglichtlampen?
- Hoe kan daglicht de stal binnen komen?
 - Welke materialen zijn bruikbaar?
 - Waar de daglicht inlaten plaatsen in de stal?
- Hoe kan de daglicht toetreding worden geregeld, daglengte en hoeveelheid daglicht?

Dit onderzoek is uitgevoerd in opdracht van het ministerie van LNV, vertegenwoordigd door de Product werkgroep pluimveevlees en eieren van Bioconnect.

2 Regelgeving

In dit hoofdstuk worden de verschillende regelgevingen behandeld over licht.

Biologische regelgeving

In de biologische regelgeving staat dat er voor pluimvee ruimschoots daglicht in het gebouw moet kunnen komen. Het daglicht mag met kunstlicht worden aangevuld tot een maximum van 16 uur licht per dag, met een ononderbroken nachtelijke rustperiode zonder kunstlicht van minstens acht uur.

De biologische dierhouderij moet ervoor zorgen dat aan de ethologische behoeften van de dieren wordt voldaan. In dit verband dient de huisvesting van alle diersoorten te voorzien in de behoefte van de dieren aan ventilatie, licht, ruimte en comfort, en moet elk dier over voldoende oppervlakte beschikken om een ruime bewegingsvrijheid te genieten en zijn natuurlijke sociale gedrag te ontwikkelen. De huisvestingsvoorschriften moeten een hoog niveau van dierenwelzijn — een prioriteit in de biologische dierhouderij — garanderen en mogen daarom verder gaan dan de communautaire dierenwelzijnsnormen die voor de landbouw in het algemeen gelden (EU, 2008).

Bovenstaande geldt voor alle pluimveesoorten, dus ook voor opfoklegghennen, leghennen en hanen. Specifiek voor de opfok is alleen vermeld: Het opfokbedrijf moet voldoen aan de algemene voorwaarden van de verordening (SKAL, 2009).

Regelgeving voor gangbare hennen

In de Nederlandse regelgeving voor gangbare leghennen (LNV, 2003) staat het volgende over licht:

- Er is voldoende goed werkende verlichtingsapparatuur aanwezig voor een grondige inspectie van iedere legkip op elk willekeurig tijdstip die ten minste eenmaal per dag dient plaats te vinden.
- Een stal waarin legkippen zijn ondergebracht is gedurende de lichtperiode zodanig verlicht dat de legkippen elkaar duidelijk kunnen zien, dat zij hun omgeving visueel kunnen verkennen en dat zij hun gebruikelijke activiteiten kunnen ontplooiën.
- In geval van verlichting met daglicht zijn de lichtopeningen zodanig gepositioneerd dat het licht gelijkmatig over de stal wordt verdeeld.
- Per 24 uur is er een ononderbroken duisternisperiode van 8 uur waarin de legkippen kunnen rusten. Bij de vermindering van kunstlicht wordt een periode van halfduister in acht genomen om de legkippen de gelegenheid te geven zonder verwondingen op stok te gaan.

De Nederlandse regelgeving voor legkippen, zoals deze in het Legkippenbesluit verwoord is, geeft aan dat deze geldig is voor alle leghennenbedrijven van meer dan 350 hennen. Dit betekent dat deze wetgeving ook geldt voor biologisch gehouden dieren. Biologische hennen dienen dus minimaal volgens de gangbare regels gehouden te worden, maar daarboven moet voldaan worden aan de regels voor biologische houderij.

Private regelgeving omvat de IKB-ei en de KAT-regelingen. Recent is de IKB-ei regelgeving afgestemd op de KAT-regelgeving. Toch zijn ze niet eenduidig over licht. Dit betreft voornamelijk omschrijvingen.

IKB-ei, scharrel en vrije uitloop (PVE_L, 2008)

- Bedrijfsvoering. Er is voldoende goed werkende verlichtingsapparatuur aanwezig voor een grondige inspectie van iedere legkip op elk willekeurig tijdstip.
- Natuurlijke verlichting voldoet aan de volgende voorwaarden:
 - Stallen zijn voorzien van lichtopeningen:
 - Totaal oppervlak van deze openingen komt overeen met tenminste 3% van het grondoppervlak.
 - De openingen zorgen voor een gelijkmatige verdeling van het licht in het activiteitengedeelte van de stal. Activiteitengedeelte: gedeelte waar de nesten en zitstokken zich niet bevinden.
 - In het donkere deel van de stal zijn legnesten, zitstokken en rustzones aangebracht.
 - Indien gebruik wordt gemaakt van zijvensters is de diepte van de ruimte maximaal 12 meter.
 - Direct zonlicht in de stal wordt vermeden.
- Kunstmatige verlichting voldoet aan de volgende voorwaarden:
 - De lichtperiode bedraagt ten hoogste 16 uur per dag.

- De lichtsterkte tijdens de lichtperiode bedraagt minimaal 20 lux op dierhoogte en is zodanig dat legkippen elkaar duidelijk kunnen zien, dat zij hun omgeving visueel kunnen verkennen en dat zij hun gebruikelijke activiteiten kunnen ontplooiën.
- Per 24 uur is er tenminste één ononderbroken duisterperiode van 8 uur per dag.
- De belichtingssterkte van de duisterperiode is maximaal 0,5 lux.
- Bij de vermindering van kunstlicht wordt een periode van halfduister in acht genomen om de legkippen de gelegenheid te geven zonder verwondingen op stok te gaan. Voorafgaand aan de duisterperiode wordt een schemerperiode in acht genomen.
- De koude scharrelruimte of wintergarten moet duidelijk lichter zijn dan het stalinterieur. Voor de opfok van leghennen zijn er geen regels m.b.t. licht.

KAT-regelgeving voor leghennen in alternatieve huisvesting inclusief biologisch

In Duitsland bestaat er een KAT Verein für Kontrollierte alternatieve Tierhaltungsformen e.V. (KAT, 2008). Deze organisatie heeft regels opgesteld voor het houden van leghennen. Deze regels zijn voor Nederlandse pluimveehouders van belang als men eieren wil produceren voor de Duitse markt of eieren levert aan een z.g. KAT-waardig pakstation.

Kunstlicht:

- Minimaal 20 lux gemeten
- Maximaal 16 uur licht per dag
- Een aan een gesloten donkerperiode van minimaal 8 uur en een lichtsterkte van maximaal 0,5 lux.
- Aan de donkerperiode moet een dimfase vooraf gaan.

Daglicht:

- Minimaal 3% van het vloeroppervlak in dak en/of wanden is lichtdoorlatend en moet gelijkmatig verdeeld zijn.
- Aanbevolen worden lichtdoorlaten in het dak die af te sluiten zijn of te verdonkeren.
- Bij lichtdoorlaten in de wand van de stal, mag de diepte van de stal niet meer dan 12 m zijn.
- Direct zonlicht vermijden.
- Met daglicht moet voor een gelijkmatige lichtverdeling worden gezorgd in de verschillende functie (activiteits)gebieden. Legnesten, zitstokken en rustzones moeten relatief donker zijn.

De KAT heeft niets geregeld voor de opfok van leghennen.

Eieren kunnen onder het keurmerk "Tierschutz geprüft" verkocht worden (KAT2, 2008). Dan gelden strengere eisen. De aanvullingen voor leghennen zijn:

- In plaats van 3% moet 5% van het vloeroppervlak in dak en/of wanden lichtdoorlatend zijn.
- De lichtverhoudingen moeten de dieren een duidelijke dag-nacht wisseling garanderen en de mogelijkheid bieden zich overdag te oriënteren, andere soortgenoten te herkennen en hun normale gedrag(activiteits)patroon uit te oefenen.
- In het bijzonder moet verhinderd worden dat de hennen uit angst voor verenpikken en kannibalisme in gedimd licht gehouden worden en de activiteit van de hennen kunstmatig gereduceerd wordt.
- Dimbaar kunstlicht is alleen toegestaan met lampen met een warme kleur. Wit neonlicht is verboden.
- UV-licht wordt aanbevolen.

Opfokhennen moeten gewend worden aan de huisvestingsvorm waarin ze later als leghen worden geplaatst. Alleen op deze manier kan zeker gesteld worden dat de dieren het huisvestingssysteem in zijn volle omvang benutten kunnen. Dit betreft ook het criterium daglicht op opfokbedrijven.

3 Hoe kippen licht zien en ervaren

Kippen kunnen meer zien dan mensen (Prescott en Wathes, 1999b; Saunders et al., 2008). Er zijn drie onderzoeken bekend waarin is onderzocht in welke range kippen kunnen zien (Honigmann, 1921; Wortel et al., 1987 in Prescott en Wathes, 1999b) en (Prescott en Wathes, 1999b). In het kort komen de resultaten op het volgende neer.

De lichtsterkte ervaren door kippen verschilt van die van mensen bij verschillende golflengten (tabel 3.1) en verschillende lichtbronnen (tabel 3.2). De lichtsterkte voor kippen kan worden berekend met de formule

$$I = (w \times s \times 683) / (12,566 \times d^2).$$

I = lichtsterkte 'gallilux'

w = vermogen van de lamp (W)

s = relatieve spectrale gevoeligheid van vleeskuikens (Prescott en Wathes, 1999b)

d = afstand van de lichtbron

De lichtsterkte voor vleeskuikens op een gegeven afstand van de lichtbron is berekend per golflengte segmenten van 5 nm. Lewis en Morris (2000) geven echter niet de waarden voor s, de relatieve spectrale gevoeligheid per segment. De berekende lichtsterkte geeft een orde van grote aan voor de lichtsterkte zoals kippen die ervaren en deze moet dus niet absoluut worden gezien, omdat niet alle factoren in de formule voldoende bekend zijn voor kippen (Lewis en Morris, 2000). Nuboer et al. (1992a) geven per golflengte segment van 5 nm waarden voor de relatieve spectrale gevoeligheid van kippen berekend met de data van Honigmann, 1921 en Wortel et al., 1987.

In deze onderzoeken heeft men niet beneden 360 nm metingen uitgevoerd. Het is dus mogelijk dat kippen kortere golflengten kunnen zien (figuur 3.1). Kippen kunnen ultraviolet zien, waardoor ze objecten anders zien dan mensen (Lewis en Morris, 2000). In hoofdstuk 5 over ultraviolet licht wordt hier nader op ingegaan.

Tabel 3.1 Lichtsterkte ervaren door mensen en pluimvee bij verschillende kleuren licht en bij 0,1 W/m² (Lewis en Morris, 2000).

Golflengte (nm)	Kleur licht	Lichtsterkte mensen (lux)	Lichtsterkte pluimvee ('gallilux')	Relatieve lichtsterkte pluimvee ¹⁾
340-360	UV-A	0,0	1,2	-
360-380	UV-A	0,0	10,7	-
380-400	Violet	0,0	12,4	-
400-420	Violet	0,1	11,7	85,8
420-440	Violet	1,0	23,6	23,6
440-460	Blauw	3,0	39,8	13,3
460-480	Blauw	7,1	52,4	7,3
480-500	Blauw	16,4	53,1	3,2
500-520	Groen	38,1	45,6	1,2
520-540	Groen	60,2	59,0	1,0
540-560	Groen	67,8	66,9	1,0
560-580	Geel	63,5	66,0	1,0
580-600	Geel	49,5	44,1	0,9
600-620	Oranje	32,3	37,9	1,2
620-640	Oranje	16,7	42,7	2,6
640-660	Rood	6,6	20,7	3,1
660-680	Rood	2,0	10,9	5,5
680-700	Rood	0,5	5,8	11,3
700-730	Rood	0,1	2,3	22,8

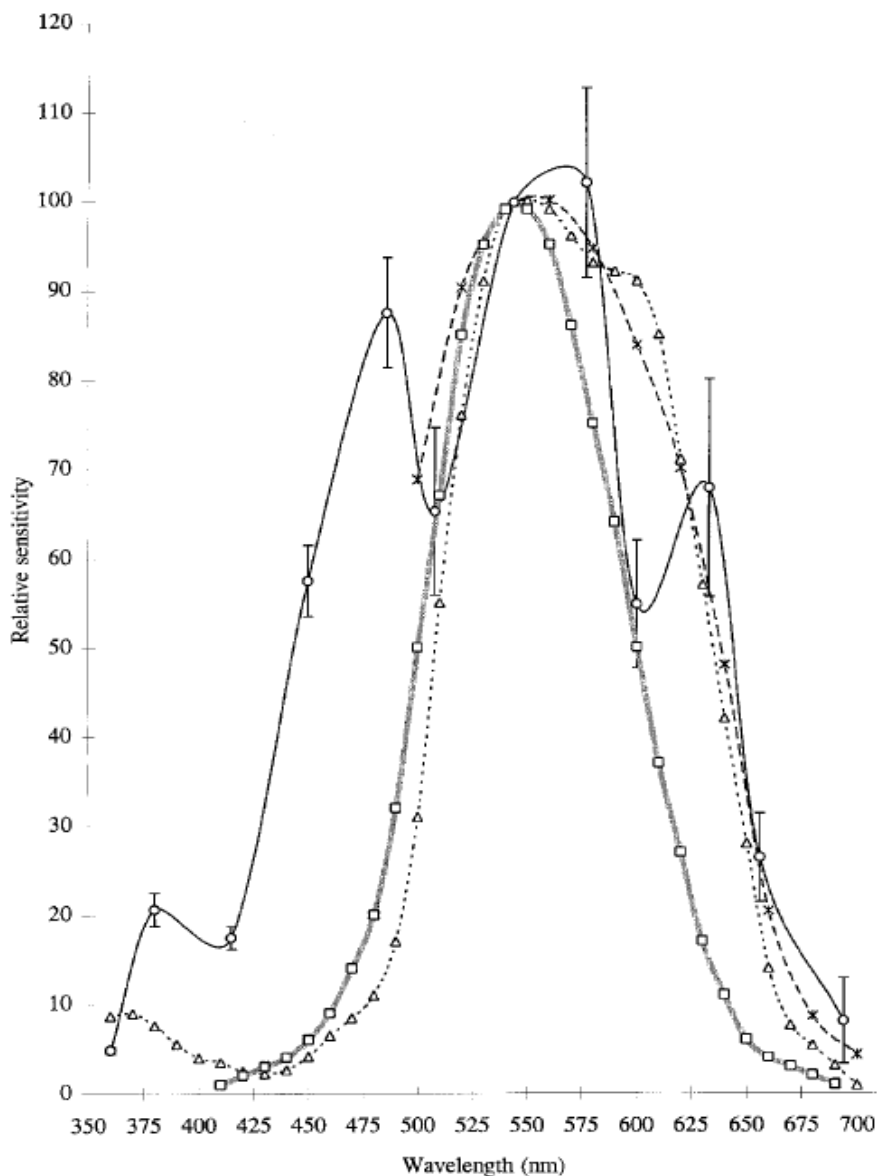
¹⁾ = lichtsterkte pluimvee gedeeld door lichtsterkte mensen

Tabel 3.2 Lichtsterkte ervaren door mensen en pluimvee bij zonlicht en verschillende lampen op 1,5 m afstand (Lewis en Morris, 2000).

Lichtbron	Aanstralings- vermogen (W/ m ²)	Lichtsterkte mensen (lux)	Lichtsterkte pluimvee (‘gallilux’)	Relatieve lichtsterkte pluimvee ²⁾
Gloeilamp (15W)	0,03	5,6	8,1	1,5
TL warm wit	0,28	120,8	147,2	1,2
TL koel wit	0,30	120,8	159,1	1,3
Hoge druk natrium (70W)	0,52	254,4	277,3	1,1
TL black light blue (36W) ¹⁾	0,28	0,7	31,1	41,9
TL blauw (36W)	0,42	37,8	196,8	5,2
TL rood (36W)	0,03	2,2	6,7	3,1
Zonlicht	487	100.000	163.560	1,6

¹⁾ = UV-lamp

²⁾ = lichtsterkte pluimvee gedeeld door lichtsterkte mensen



Figuur 3.1 Relatieve spectrale gevoeligheid van vleeskuikens en de mens, o = Prescott en Wathes, 1999b, Δ = Wortel et al., 1987, x = Honingman, 1921 en □ = mens, CIE (bron: Prescott en Wathes, 1999b).

Kippen zien 150-205 beeldjes per seconde, bij mensen zijn dat er 25-30 (Thiele, 2005). Als de frequentie van een lamp lager is dan 205 Hz zou een kip de flikkeringen kunnen zien. In een preferentie test vonden Nuboer et al. (1992b) een kritische grens bij 105 Hz bij een hoge lichtsterkte (aantal lux is niet gegeven). Deze auteurs stelden ook vast dat de kritische grens afhankelijk is van de lichtsterkte en de kleur van het licht. Bij lagere lichtsterkten daalt de kritische grens. De dieren zien dan een lamp bij een lagere frequentie flikkeren. Dit is waarschijnlijk de reden waarom in twee andere onderzoeken geen verschillen werden gevonden tussen lampsoorten. Widowski en Duncan, (1996) vonden in een preferentie test geen verschil in de voorkeur van leghennen voor laag frequente (120 Hz) of hoog frequente lampen bij 14 lux. Widowski et al. (1992) vonden geen verschil tussen voorkeur voor gloeilampen of laag frequent bij 12 lux. Jarvis et al. (2002) vonden dat kippen bij 100 lux geen flikkeringen zien van 100 Hz, maar het is mogelijk dat ze de flikkeringen wel zien bij hogere licht intensiteiten. Bij lagere lichtsterkten zijn kippen niet gevoelig voor flikkeringen bij 100 Hz. In drie van de vier onderzoeken is geen bewijs gevonden voor aversie en de interpretatie van de vierde is niet duidelijk (Prescott et al., 2004). Verder is geen literatuur gevonden waarmee het wel of niet zien van flikkeringen door kippen in verband gebracht kan worden met problemen als verenpikken.

Bij sommige lampsoorten is de frequentie niet regelmatig. In de ene richting is de curve hoger dan in de andere richting. Ook bij dit soort lampen, kunnen de kippen hun omgeving en soortgenoten zien flikkeren. Bij snelle bewegingen van de kop zien de dieren hun soortgenoten als een serie beeldjes. Dit kan gevolgen hebben voor het welzijn (Lewis en Morris, 1998), maar hierover zijn in de literatuur geen aanwijzingen voor gevonden.

Kippen kunnen meer zien dan mensen. Ze zien onder andere ultraviolet licht waardoor ze objecten (zoals voer, omgeving en elkaar) anders zien dan mensen. Het kippenoog is gevoeliger voor licht dan het mensenoog, waardoor lichtsterktes door kippen als hoger ervaren worden dan het voor mensen is. Lichtsterktemeters zijn afgestemd het lichtspectrum zoals de mens dit ziet, waardoor lichtmetingen in stallen de lichtsterkte voor kippen onderschat. Kippen zien meer beeldjes per seconde dan de mens en kunnen laag frequente lampen zien flikkeren. Er zijn echter geen aanwijzingen gevonden dat flikkeringen leiden tot problemen als meer (veren)pikkerij bij (opfok)leghennen.

4 Daglicht versus kunstlicht

4.1 Kenmerken daglicht

Daglicht bestaat uit licht met verschillende golflengten of kleuren (figuur 4.1). De samenstelling van daglicht is afhankelijk van bijvoorbeeld bewolking en jaargetijde (figuur 4.2). Nadat de zonnestraling is gefilterd door de atmosfeer van de aarde blijft zogenaamde globale straling over. Globale straling bestaat uit een direct en een diffuus stralingsaandeel. Directe straling van de zon of een andere lichtbron bereikt ongehinderd een oppervlak. Diffuse straling wordt verstrooid door onder andere waterdruppeltjes in de lucht voordat het licht een oppervlak bereikt. De globale straling en daarmee de spectrale samenstelling van het daglicht verandert door een aantal parameters, namelijk de zonnestand (figuur 4.3), de geografische breedte, het seizoen, het tijdstip van de dag en de mate van bewolking (figuur 4.4; Hemming et al. 2004).

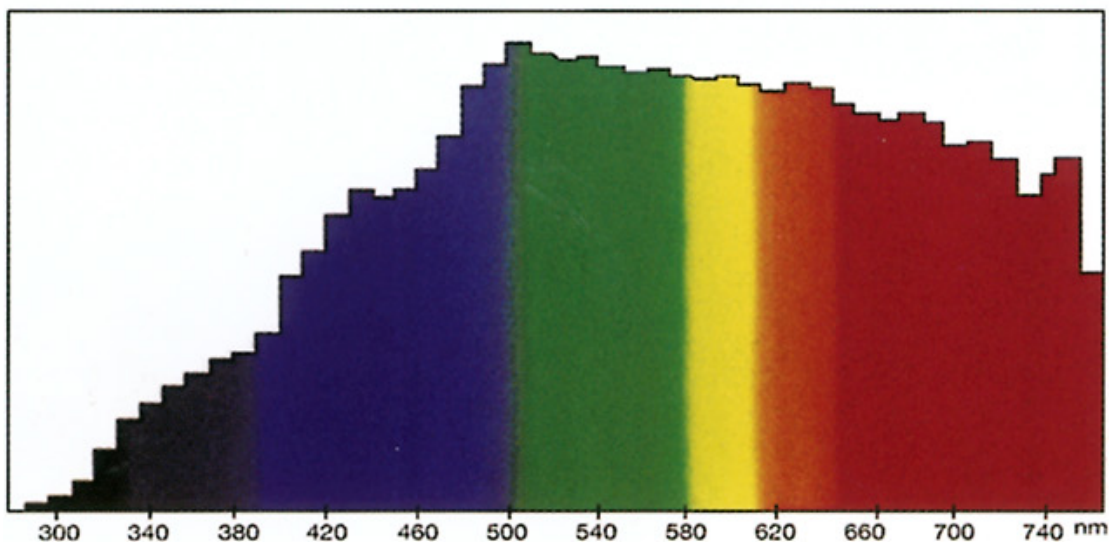
Ieder soort licht heeft een bepaalde kleur. Zo kun je merken dat 's morgens en 's avonds het licht van de zon veel roder is dan overdag. Om deze kleur te kunnen uitdrukken is er het begrip kleurtemperatuur (aangeduid met de letter k). De kleurtemperatuur is een maat voor de kleurindruk van het licht. Deze wordt aangeduid in graden Kelvin (K). Warm licht heeft een lage kleurtemperatuur. Koel licht heeft een hoge kleurtemperatuur. We onderscheiden vier categorieën (Ellen et al., 2007):

- 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

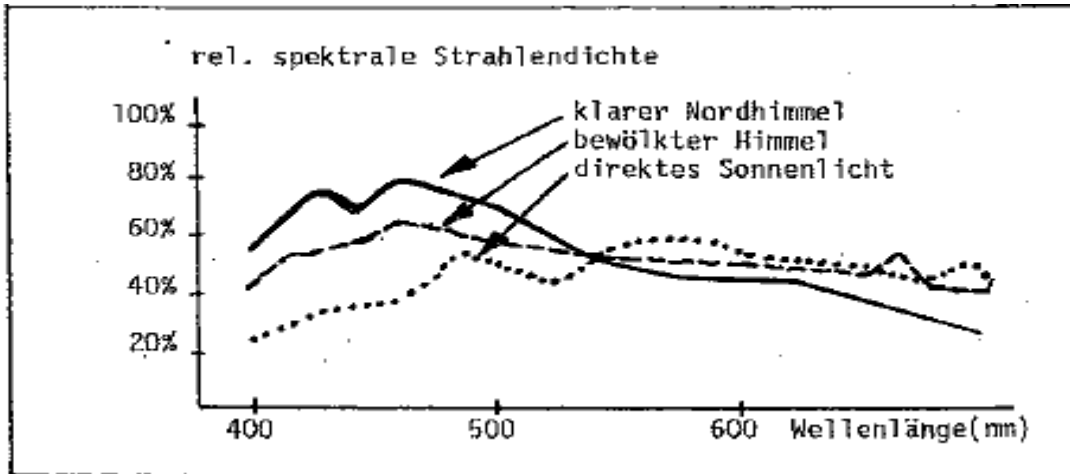
De kleurtemperatuur van het daglicht varieert gedurende de dag (tabel 4.1; Anonymus, 2008b).

Tabel 4.1 Kleurtemperatuur van daglicht op verschillende momenten op de dag en weersomstandigheden (Anonymus, 2008b)

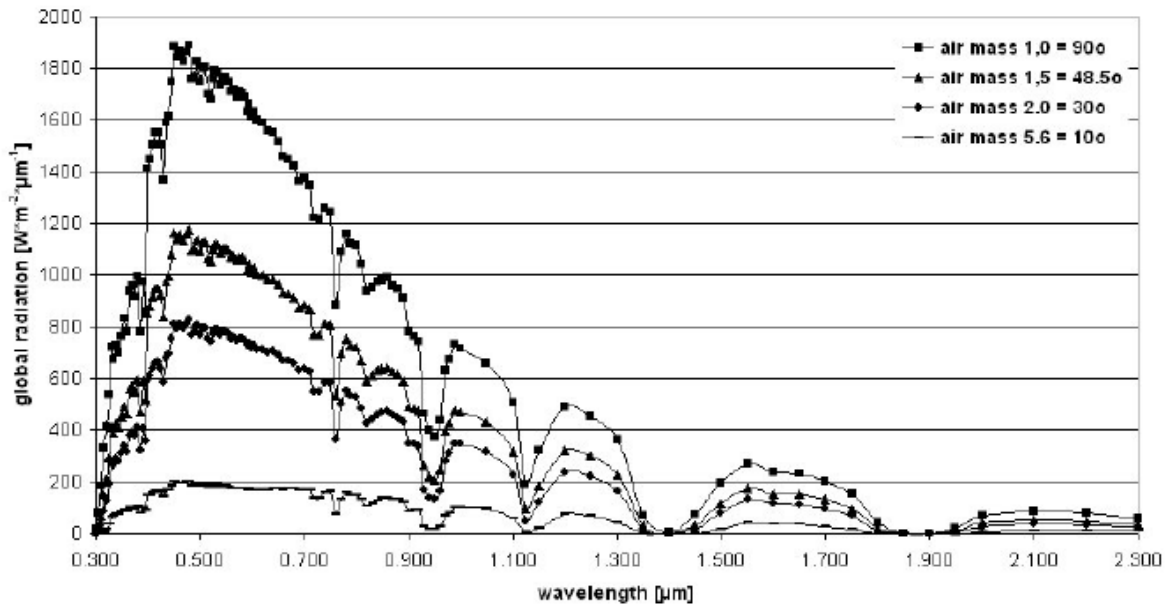
	Kleurtemperatuur (graden Kelvin)
Zonsopgang en -ondergang	3200
Zonnige dag rond 12 uur	5500
Bewolkt	6500-7500
Mist	8000
Blauwe hemel	9000-12.000
Diep blauwe heldere hemel	20.000



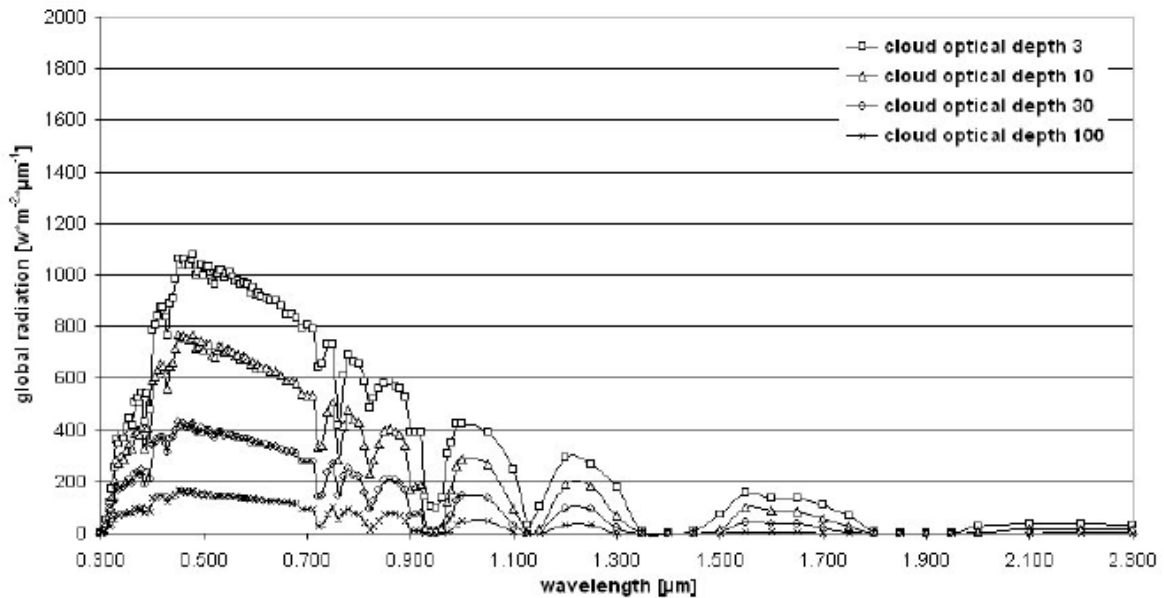
Figuur 4.1 Spectrum van daglicht (intensiteit 0 tot 100% per golflengte segment in nm; bron: www.human-ergonomix.nl)



Figuur 4.2 Spectrum een heldere lucht in de winter, bij bewolking en van direct zonlicht (Methling, 1979 in Huber, 1987).



Figuur 4.3 De globale straling bij verschillende zonnestanden. Een 'air mass' van 1,5 komt overeen met een zomerdag en een 'air mass' van 5,6 met een winterdag. De zon staat onder een hoek van 10° (Hemming et al., 2004).



Figuur 4.4 De globale straling bij verschillende maten van bewolking (Hemming et al., 2004). Hoe hoger het getal hoe dikker de bewolking, 0,1 is een dunne cirrus (sluier)wolk en 1000 is een dikke cumulonimbus (stapel of buien)wolk (bron: [http:// amsglossary.allenpress.com](http://amsglossary.allenpress.com))

4.2 Afstemmen opfok- en legperiode

Als de dieren zijn opgefokt bij natuurlijk daglicht moeten ze dit in de legperiode ook krijgen (Cavalchinni et al., 1990). Waarschijnlijk hangt dit samen met de hogere lichtsterkte in een daglichtstal. Verder mag de lichtsterkte in de eerste tijd van de legperiode niet lager zijn dan in de opfok. Of anders gezegd: in de tweede helft van de opfokperiode moet de lichtsterkte lager zijn dan in de periode van ca. twee weken voor het eerste ei komt (Lewis en Morris, 1999).

Hennen die zijn opgefokt met kunstlicht en tijdens de legperiode in een daglichtstal worden geplaatst ervaren hun omgeving anders na te zijn overgeplaatst. Dit kan een stressfactor zijn (Thiele, 2005). Bestman et al. (2009) vonden dat de kans op pikkerij in de legperiode wordt vergroot als de dieren in de periode van 7-17 weken leeftijd geen daglicht kregen. Dieren die zijn opgefokt bij kunstlicht moeten wennen aan het natuurlijke daglicht in de legstal. Toepassing van daglicht of true light lampen kan hierbij helpen (Thiele en Pottguter, 2008). Beter is de dieren ook in de opfok daglicht te geven, zodat ze er al aan gewend zijn. Bij hennen die zijn opgefokt met kunstlicht bij een lage lichtsterkte en vervolgens in een daglichtstal komen, moet met problemen rekening gehouden worden na het overplaatsen (Keppler, 2003).

4.3 Gelijmatige lichtverdeling

Een gelijkmatige lichtverdeling in de stal heeft de voorkeur. Lichtvlekken kunnen leiden tot samenscholingen van de hennen (Anonymus, 2008a) en dooddrukken als mogelijk gevolg (Huber, 1987). Met een doorlopende lichtstraat in het dak en/of wanden kan een betere lichtverdeling worden bereikt (Huber, 1987). Een te hoge lichtsterkte kan worden vermeden door bijvoorbeeld het dak te laten oversteken of met windbreekgas of iets dergelijks (Anonymus, 2008a).

4.4 Effect daglicht

Er zijn twee onderzoeken gevonden waarin daglicht is vergeleken met kunstlicht op het effect op technische resultaten.

In een proef zijn hennen opgefokt bij kunstlicht of daglicht via vensterglas. Van 0 tot 6 weken leeftijd kregen de dieren 17 uur licht, tot 22 weken is de daglengte wekelijks met 24 minuten verminderd tot 11 uur op 22 weken leeftijd. Hierna is de lichtperiode verlengd met 15 minuten per week tot 14 uur op 34 weken leeftijd en 17 uur op 48 weken. De daglichtgroep werd bijverlicht met kunstlicht als de natuurlijke daglengte te kort was.

Er was geen verschil in diergewicht. De hennen gehouden bij daglicht kwamen eerder aan de leg en bereikten 50% leg 4 dagen eerder. Hierdoor was het eigewicht lager. Tot 71,5 weken leeftijd legden ze meer eieren en was het aantal kg ei per aanwezige hen hoger. De uitval was hoger door kannibalisme. De verschillen in resultaten kunnen zijn ontstaan door verschil in lichtsterkte, maar dit is niet gemeten. Verder was de afname of toename in daglengte bij kunstlicht exact het aangegeven aantal minuten, terwijl dit bij daglicht steeds het gemiddelde was over een bepaalde periode (Benus, 1967).

In een andere proef van 8 tot 20 weken leeftijd zijn de volgende behandelingen onderzocht:

- A. daglicht + wat kunstlicht. De daglengte is 13:24 uur/dag op 8 weken leeftijd geleidelijk afnemend tot 10:41 uur/dag op 20 weken leeftijd
- B. 11 uur kunstlicht
- C. 13 uur kunstlicht op 8 weken en vervolgens 20 minuten per week minder tot 9 uur licht op 20 weken leeftijd.

Op 21 weken leeftijd kregen alle drie de behandelingen 12 uur licht. Dit is met een half uur per week verlengd tot 16 uur op 29 weken leeftijd. Lichtsterkten zijn niet gegeven.

Er was geen verschil in diergewicht, maar groep C groeide minder over de periode van 8 tot 20 weken leeftijd. Groep A nam minder voer op, waardoor de voerconversie gunstiger was. Er was geen effect van de behandelingen op het aan de leg komen, legpercentage, eigewicht of eimassa (Ahsan ul et al., 1997).

De beide proeven geven geen eenduidige resultaten en zijn een te smalle basis om uitspraken te kunnen doen over het effect van daglicht op technische resultaten. Over het gedrag van opfokleghennen is één onderzoek gevonden. Opfokhennen van 0 tot 11 weken kregen 8 uur licht met gloeilampen (20 lux) of daglicht (via een glazen raam, 85 lux). Er was geen verschil in eet gedrag. Bij daglicht gaan de dieren eerder op stok (Gunnarsson et al., 2008). Verder oriënteren leghennen zich op de zon bij het zoeken van voer in een voerton, die buiten was opgesteld (Zimmerman et al., 2003)

Er is slechts beperkte informatie beschikbaar over het effect van daglicht ten opzichte van kunstlicht. Om deze reden is verder gezocht op aspecten van daglicht namelijk ultraviolet licht, lichtsterkte en daglengte.

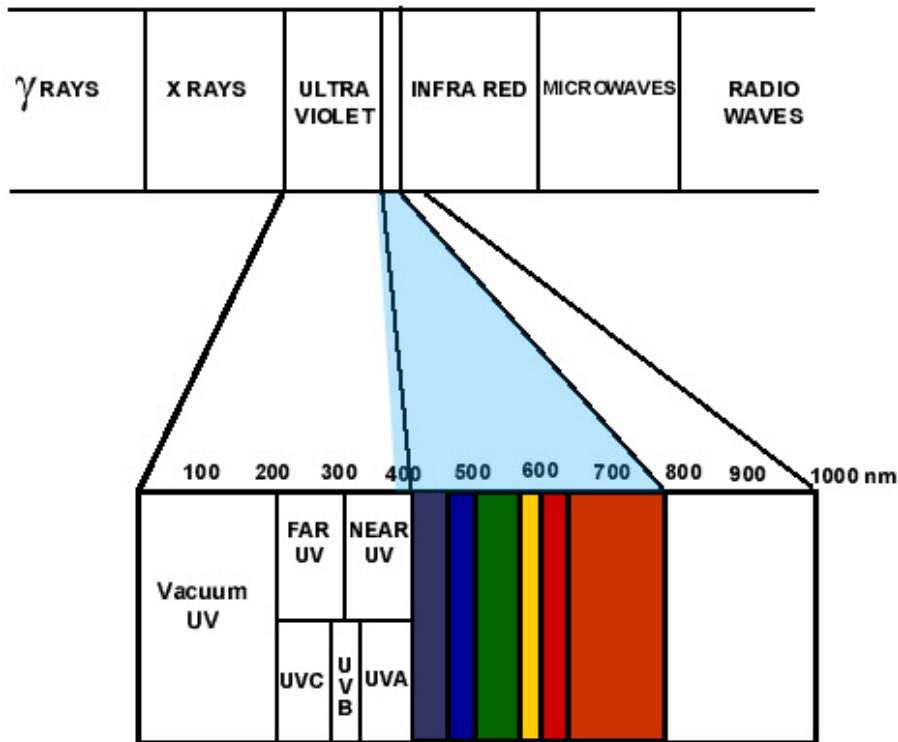
De eigenschappen van daglicht variëren gedurende de dag, door weersomstandigheden en het seizoen. Daglicht bevat 6,7% UV (300 tot 400 nm, UV-A en een deel van UV-B). UV-licht bestaat uit UV-A, -B en -C, met ieder hun specifieke eigenschappen en effect. Leghennen die in een legstal komen met daglicht en dit in de opfok niet gewend zijn kunnen problemen krijgen; zo wordt onder andere de kans op pikkerij groter. Ook voor daglicht geldt dat een gelijkmatige lichtverdeling de voorkeur heeft. Het effect van daglicht ten opzichte van kunstlicht op technische resultaten is niet eenduidig. Er is weinig bekend over het effect van daglicht op diergezondheid en gedrag. Om deze reden is verder gezocht naar informatie over aspecten van daglicht namelijk ultraviolet licht, lichtsterkte en daglengte.

5 Ultraviolet (UV) licht

Het ultraviolette licht kan in drie groepen worden verdeeld (CIE 106/5 1993 in Hemming et al., 2004; Lewis en Morris, 1998), zie figuur 5.1:

- UV-A = 315-400 nm, degradatie kunststoffen
- UV-B = 280-315 nm, bruinen of verbranden van de huid, degradatie kunststoffen
- UV-C = 180-280 nm, anti bacterieel

De verschillende soorten UV-licht komen apart aan de orde. UV-A en UV-C worden apart behandeld. Van UV-B is voornamelijk literatuur gevonden waarbij alleen de combinatie van UV-A en UV-B is onderzocht.



Figuur 5.1 Licht is onderdeel van het elektromagnetisch spectrum (bron: American Research and Testing Inc., Gardena, California, U.S.A., number 94018)

5.1 UV-A

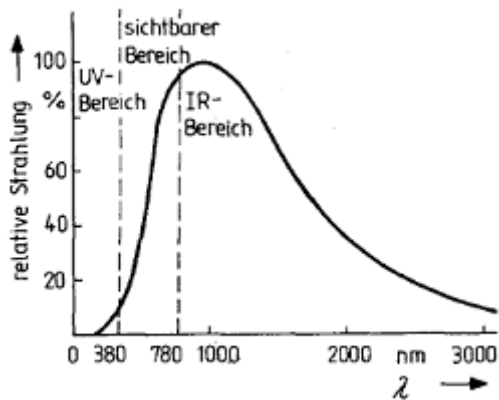
Kippen kunnen UV-A zien, waardoor het verschil maakt of de lichtbron UV-A bevat. Is dit aanwezig dan zien kippen hun soortgenoten, omgeving en voer anders dan zonder UV-A (Prescott en Wathes, 1999a). Zonlicht bevat relatief veel UV-A (tabel 5.1). Daglicht bevat 6,7% UV (300 tot 400 nm, UV-A en een deel UV-B). Licht met een golflengte van kleiner dan 300 nm bereikt de aarde niet (Hemming et al., 2004). Ook verschillende lampen stralen UV-A uit (tabel 5.1 en 5.2 en figuur 5.2 en 5.3). Het percentage UV-licht is ondermeer afhankelijk van het fabricaat.

Tabel 5.1 Aandeel UV-A (350-380 nm) van het zichtbare licht voor vogels (350-780 nm; Lewis en Morris, 2006)

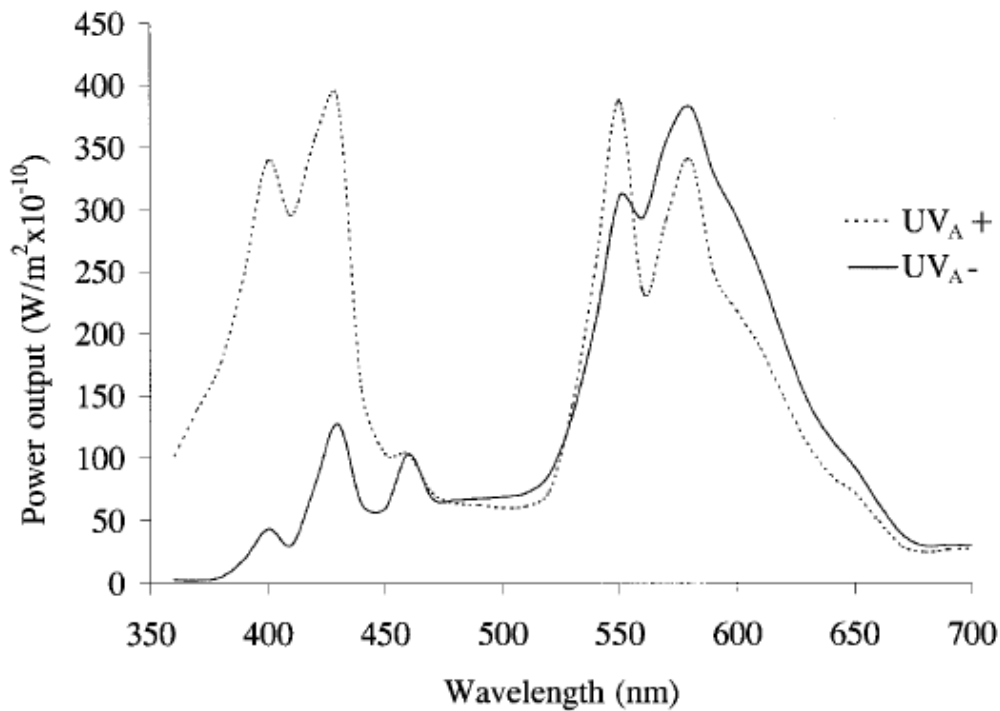
Lichtbron	Percentage
Zonlicht	6,7
Gloeilamp	0,2
Kaarslicht	0
Warm witte fluorescentie lamp	0,3
Koel witte fluorescentie lamp	0,2
Hoge druk natrium lamp	0,4

Tabel 5.2 Spectrale samenstelling (%) (300-780 nm) van verschillende typen fluorescentie lampen (Lewis en Morris, 2006)

Golflengte	Kleur	Warm wit	Koel wit	Daglicht lamp
300-400	UV-A	0,4	0,3	0,2
400-435	Violet	4,9	5,3	6,2
435-500	Blauw	10,0	17,1	25,9
500-565	Groen	37,4	40,8	41,5
565-600	Geel	16,8	13,3	10,5
600-630	Oranje	27,3	20,7	13,9
630-780	Rood	3,3	2,4	1,8

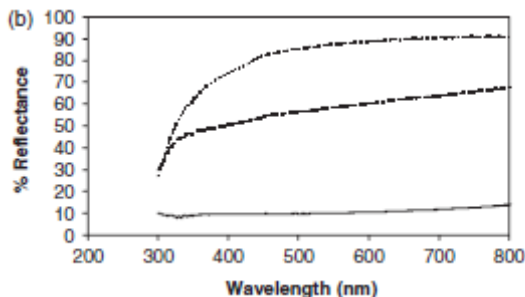


Figuur 5.2 Spectrale verdeling gloeilamp (Anonymus in Ellen et al., 2007)



Figuur 5.3 Spectrale verdeling van een conventionele fluorescentie lamp, F18W/35, UV_A- en een lamp met extra ultraviolet licht, TL20W/05 Philips UV_A+ (Jones et al., 2001).

Veren reflecteren licht, waaronder UV van 300-400 nm. Witte veren reflecteren meer licht en UV dan zwarte veren, grijze veren zitten er tussen in (figuur 5.4). In een onderzoek van Bright (2007) waarin is gekeken naar de mate van verenschade bij leghennen met verschillende kleuren veren, hadden witte hennen minder verenschade dan zwarte of grijze hennen. Tussen zwart en grijs was er geen verschil in verenschade. Het is mogelijk dat witte hennen minder gevoelig zijn voor verenpikken onder UV, al is dat in dit onderzoek niet onderzocht (Bright, 2007).



Figuur 5.4 De lichtreflectie van verschillende kleuren rug veren, witte veren bovenste lijn; grijze veren middelste lijn en zwarte veren onderste lijn (Bright, 2007).

De veren van zowel traditionele als moderne merken leghennen reflecteren UV-A met een efficiëntie vergelijkbaar met dat van het zichtbare licht. Er is variatie tussen de rassen en merken en ook tussen dieren binnen een ras en merk. Bij volledig witte en volledig bruine hennen zijn de verschillen tussen de reflectie van de veren en de niet bevederde lichaamsdelen bij UV-A of zichtbaar licht niet groot, maar waarschijnlijk zijn ze groot genoeg om een rol te spelen in de onderlinge herkenning en agonistische interacties (Prescott en Wathes, 1999a).

Ook de stal en het huisvestingssysteem reflecteren UV-A, wanneer ze worden verlicht met een bron die UV-A bevat. UV-A kan ook een rol spelen bij het vinden en opnemen van voer. Bijvoorbeeld legmeel en hele gerst reflecteren UV-A even efficiënt als de zichtbare golflengtes licht (Prescott en Wathes, 1999a).

Door UV is het corticosteron gehalte in het bloedplasma lager bij opfokhennen van 0-28 weken leeftijd. Waarschijnlijk weerspiegelt dit een lager stressniveau. Er was een tendens voor meer exploratie gedrag, zoals scharrelen en objectpikken, inclusief pikken naar het strooisel, hetgeen stressverlagend kan zijn. De auteurs suggereren dat door UV-A het strooisel aantrekkelijker lijkt. Inactief staan, het agressieve en het verenpikgedrag werd niet beïnvloed. Zonbadgedrag kwam te weinig voor. De groep met UV werd verlicht door een halogeenlamp wit, 350-780 nm aangevuld met UV-A licht, 350-380 nm van een black/bleu lamp. Bij de groep zonder UV werden UV-filters aangebracht onder de lampen (Maddocks et al., 2001).

Barott et al. (1951) vonden geen effect op aantal eieren van UV-A van een blacklight-lamp met een groot aandeel tussen 320 en 380 nm.

Jones et al. (2001) vonden bij vleeskuikenouderdieren geen verschil in aantal eieren of aantal buitennesteieren bij meer of minder UV-A (figuur 5.3). Wel was het aantal eieren met beschadigde eischalen hoger bij meer UV-A. Door UV-A wordt vitamine D gevormd. Mogelijk is dit in combinatie met de hoeveelheid vitamine D in het voer te veel, waardoor negatieve effecten ontstaan op de eischaalsterkte. Een overmaat aan vitamine D kan de mineralen huishouding in het lichaam verstoren door demineralisatie van de botten en mineralisatie van de zachte weefsels (Blood en Studdert, 1993 in Jones et al., 2001). Bij extra UV-A lopen de dieren meer, maar was er geen verschil voor scharrelen + eten, drinken, rusten, staan en poetsen. Voor het verschil in lopen hebben de auteurs geen verklaring.

Kalkoenen zien licht anders dan kippen. Bijvoorbeeld in het UV-gebied zien kalkoenen absoluut 11% meer UV bij 380 nm (Barber et al., 2006). UV kan bij kalkoenen pikken verminderen, maar waarschijnlijk alleen in een omgeving verrijkt met andere dingen die pikkerij tegen gaan (Monaird en Sherwin, 1999).

Er zijn enkele aanwijzingen dat gedrag en technische resultaten worden beïnvloed door UV-A, maar de beschikbare informatie is beperkt. Bij kalkoenen kan het risico op pikkerij kleiner zijn, maar voor kippen is dit niet gevonden. Mogelijk verkleint UV-A het risico op pikkerij, omdat het andere gedragingen als bodempikken bevordert. Dan moet er wel strooisel aanwezig zijn.

5.2 UV-A en UV-B

In een onderzoek van Pyrzak et al. (1986) zijn tussen 0 tot 89 weken leeftijd een gloeilamp, koel witte fluorescentie lamp en een daglichtlamp met UV-A en UV-B met elkaar vergeleken. De spectrale samenstelling is niet gegeven. Bij gloeilampen was het diergewicht op 16 weken leeftijd hoger, maar op 20 weken leeftijd was het diergewicht het hoogst bij de daglichtlamp. Verder in de legperiode waren er geen verschillen in diergewicht of buikvetgehalte. De leeftijd waarop het eerste ei werd gelegd verschilde niet (Pyrzak et al., 1986). In de eerste legperiode werden minder eieren gelegd bij de koel witte fluorescentie lampen en leek het eigewicht wat lager te zijn. Na ruïen was het eigewicht aantoonbaar lager bij deze lichtsoort. In de tweede legperiode was het aantal eieren bij de daglichtlamp het hoogst. Er was geen verschil in percentage eischaal, dooier of eiwit voor en na ruïen. Voor het ruïen was er geen effect op eischaaldichtheid, maar na het ruïen was de schaaldichtheid bij de koel witte fluorescentielampen lager dan bij de gloei- en daglichtlampen (Pyrzak et al., 1987).

Licht van blacklight of blacklight blue lampen heeft geen effect op legpercentage. Er werden geen effecten gevonden op het hoorn- of netvlies (Hogsette et al., 1997). Een blacklight blau lamp produceert 95% UV-A, 1% UV-B en 0,01% UV-C (Lewis et al., 2000). Barott et al. (1951) vonden geen effect op het aantal eieren van een lamp die het meeste licht uitstraalde bij 297 nm.

In een proef zijn vleeskuikenouderdieren opgefokt met warm witte fluorescentie of daglichtlampen met UV-A en UV-B (een vogellamp; tabel 5.3). In de legperiode kregen de dieren daglicht en licht van warm witte fluorescentie lampen. Er was geen verschil in uitval tijdens de opfok of diergewicht op 20 of 60 weken leeftijd. Gemiddeld eigewicht, aantal extra grote eieren en uitval tijdens de legperiode waren niet verschillend. Het voerverbruik tijdens de opfok- + legperiode was lager en de voerconversie beter bij daglichtlampen in de opfok. Tussen 28 en 33, 52 en 60 weken hadden de dieren die tijdens de opfok UV-licht kregen een hoger legpercentage. In de periode van 28-33 weken was de eimassa hoger (Lewis et al., 2007b).

Tabel 5.3 Spectrale samenstelling daglichtlampen vergeleken met warm-witte fluorescentie lamp en zonlicht (Lewis et al., 2007b)

Kleur	Golflengte (nm)	Warm-wit fluorescent (%)	Arcadia vogellamp (%)	Zonlicht ¹⁾
UV-B	280-320	0,6	1,9	0,7
UV-A	320-400	2,1	10,0	9,0
Violet	400-435	9,4	10,4	7,1
Blauw	435-500	7,0	23,6	18,1
Groen	500-565	24,3	26,0	17,0
Geel	565-600	12,9	8,8	8,9
Oranje	600-630	34,6	13,8	7,2
Rood	630-780	9,1	5,6	31,9

¹⁾ Monteith 1973 in Lewis et al., 2007b

In een andere proef met vleeskuikenouderdieren waren deze gehuisvest in afdelingen met daglicht via glazen ramen. De lichtsterkte in de afdelingen was 1078 lux. Hiernaast werden de afdelingen verlicht met gloeilampen bij 15 lux of vol spectrum fluorescentie lampen bij 57 of 312 lux. Details over de lampen zijn niet gegeven. Er waren geen verschillen in leeftijd waarop 50% leg werd bereikt, legpercentage, eigewicht, eimassa of soortelijk gewicht van de eieren (Van Krey en Weaver, 1988).

5.3 UV-B en vitamine D

Aan het voer wordt onder andere vitamine D toegevoegd. Hiernaast kan de kip in haar behoefte aan vitamine D3 voorzien als ze UV-B ontvangt. Onder invloed hiervan wordt 7-dehydrocholesterol gevormd waaruit de kip vitamine D3 kan maken. Elf minuten direct zonlicht per dag schijnt hiervoor voldoende te zijn (bron: www.naturalite.nl).

Bij te weinig vitamine D in het voer verhoogt UV het legpercentage (Hart et al., 1925 en Hughes et al., 1925 in Barott et al., 1951). Titus en Nester (1935) vonden dat 15 minuten UV per dag niet genoeg is om dezelfde resultaten te krijgen als een voer met vitamine D. Dit komt niet overeen met de beweringen van Naturalite, maar omdat details ontbreken is niet te achterhalen wat de oorzaak is van deze tegenstrijdigheid.

In de meeste literatuur is alleen het effect van UV-B samen met UV-A onderzocht. De onderzoeken met UV-A en UV-B zijn met verschillende lampen en bij verschillende soorten pluimvee uitgevoerd, waardoor het lastig is ze zonder meer bij elkaar te nemen. Er zijn aanwijzingen dat met UV-A en UV-B sommige technische resultaten beter kunnen zijn. Dit betreft het diergewicht op 20 weken leeftijd, het legpercentage, eigewicht, eimassa, eischaaldichtheid, voerverbruik en voerconversie. Het diergewicht op 16 weken leeftijd kan achterblijven. Er zijn geen aanwijzingen voor een effect van UV-A en UV-B op diergewicht na 20 weken leeftijd, leeftijd waarop het 1^e ei wordt gelegd, uitval in opfok- en legperiode, buikvetgehalte, percentage eischaal, dooier en eiwit of soortelijk eigewicht. UV-B kan bijdragen aan de voorziening in vitamine D.

5.4 UV-C

In een gedateerd onderzoek (Barot, 1951) is over een periode van 5 jaar het effect van UV-C getest op het aantal eieren. Er werden 30 watt buizen gebruikt die 85% UV-C uitstraalden bij 259 nm en waarschijnlijk 15% UV-B, maar dat specificeren de auteurs niet. In de pilot proef werden de dieren direct belicht met UV-C en toen ontwikkelden de hennen conjunctivitis (een oogafwijking). Nadat ervoor gezorgd was, dat de dieren niet direct werden aangestraald door de UV-C lampen trad het probleem niet meer op. Relatief werden er bij UV-C 10-19% meer eieren geraapt in 4 proeven, andere data zijn niet bijgehouden. De onderzoekers hebben getracht te achterhalen wat de reden is voor het effect op aantal eieren, maar dat hebben ze niet kunnen vinden. Vitamine D speelt geen rol, het aantal bacteriën in de lucht veranderde niet significant en de uitval was vergelijkbaar. Deze had verschillende oorzaken en er kon geen verband worden gelegd met een bacteriële infectie (Barott et al., 1951).

Het voorgaande onderzoek is uitgevoerd onder gecontroleerde omstandigheden, waarbij absoluut geen daglicht bij de dieren kon komen, bij een vrij constante temperatuur en geen grote luchtbewegingen (Barott et al., 1951).

In een onderzoek onder meer praktijkomstandigheden is geen effect gevonden van UV-C of UV-B of beide op aantal eieren, eigewicht, eimassa, eischaaldikte of uitval. Ook werden er geen afwijkingen bij de dieren gezien, met name niet bij de ogen. In de stal kon daglicht binnenkomen, waarbij direct zonlicht niet bij de dieren kon komen (Carson en Beall, 1955). Mogelijk dat hierdoor de effecten van de UV-lampen niet tot uiting zijn gekomen.

UV-C kon uitval voorkomen in een proef met een kunstmatige besmetting met NCD-virus via de lucht. UV-C, mits in voldoende mate aanwezig en/of bij voldoende lange blootstelling, doodt schimmels, bacteriën en virussen in lucht en water (Perek and Heller, 1970 in Lewis en Morris 1998).

Toepassing van UV-C licht in pluimveestallen kan voordelen hebben als ziekte verwerkers worden gedood. Het lijkt er wel op dat de dieren niet rechtstreeks aangestraald mogen worden door een bron met UV-C, om oogafwijkingen te voorkomen. Het is mogelijk dat UV-C de technische resultaten verbetert, maar nader onderzoek is gewenst.

6 Lichtsterkte

Daglicht in een stal geeft al vrij snel een hogere lichtsterkte dan met alleen kunstlicht. De vraag is welke lichtsterkte optimaal is voor goede technische resultaten, het kunnen uitoefenen van het natuurlijk gedrag en het tegen gaan van ongewenste gedragingen zoals verenpikkerij.

In de eerste week van de opfok is een hoge lichtsterkte nodig om de kuikens te stimuleren te gaan eten. Om een goede legrijpheid te realiseren moet de intensiteit daarna lager zijn dan die van natuurlijk licht (Cavalchinni et al., 1990). In de tweede helft van de opfokperiode moet de lichtsterkte lager zijn dan in de periode van ca. twee weken voor het eerste ei komt (Lewis en Morris, 1999). Vanaf dat moment moet de lichtsterkte weer hoger zijn om de productie optimaal op gang te helpen.

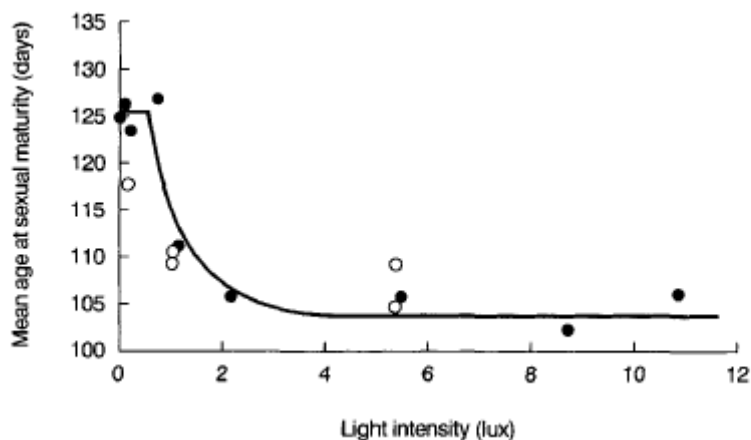
6.1 Technische resultaten

Leeftijd 1^e ei

Bij een lichtsterkte van 4 lux of meer in de opfok en de eerste weken van de leggerperiode komt het eerste ei op jonge leeftijd (1-4 dagen). Bij lagere lichtsterkten wordt het eerste ei later gelegd (figuur 6.1). Op basis van onderzoek dat niet in de figuur is verwerkt zou de optimale lichtsterkte 2 lux zijn om vroeg het eerste ei te laten leggen (Lewis en Morris, 1999). Bij lichtsterkten van meer dan 2-4 lux is er weinig effect van lichtsterkte (tot 12 lux) op de leeftijd waarop het eerste ei komt. Dit wordt bevestigd door Renema et al. (2001) die geen effect vonden van 1, 5, 50 of 500 lux op de leeftijd waarop het eerste ei wordt gelegd.

Lewis et al. (2004) zagen echter dat het eerste ei eerder werd gelegd bij 25 lux dan bij 3 lux. Het maakt uit op welke leeftijd teruggegaan wordt in lichtsterkte: later in de opfokperiode teruggaan van 25 naar 3 lux vervroegt het moment waarop het eerste ei komt. Omgekeerd: als op latere leeftijd de lichtsterkte wordt verhoogd van 3 naar 25 lux komen de eieren later.

Samengevat is het effect van lichtsterkte op de leeftijd waarop het eerste ei wordt gelegd niet eenduidig, maar hangt ook nauw samen met de perioden in de opfok waarop een bepaalde verlichting verstrekt wordt.



Figuur 6.1 Het verband tussen de gemiddelde leeftijd 1^e ei en lichtsterkte (Lewis en Morris, 1999). De verschillende symbolen in de figuur slaan op datasets die de auteurs hebben gebruikt.

Legpercentage

Leeson en Lewis (2004) vergeleken verschillende lichtsterkteschema's bij 3 en 25 lux (tabel 6.1). Het maakt niet zoveel uit hoelang de dieren in het begin bij 25 lux worden gehouden, als er maar een periode is in de opfok waarin de lichtsterkte wordt verlaagd. Verder lijkt het erop dat de lichtsterkte niet te vroeg verhoogd moet worden. In ieder geval niet voor 9 weken leeftijd, omdat er dan te weinig eieren worden gelegd (behandeling C). Rond 16 weken leeftijd de lichtsterkte verhogen lijkt een beter moment te zijn. Een exacte leeftijd kan echter niet worden aangegeven.

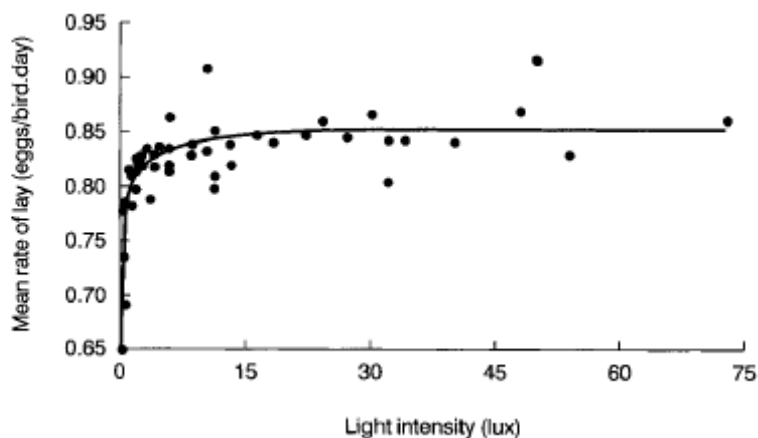
Tabel 6.1 Effect van verschillende lichtsterkteschema's in de opfok op het aantal eieren

Behandeling	Lichtsterkte			Aantal eieren (per aanwezige hen)
	25 lux	3 lux	25 lux	
A	---	---	2 – 72 weken	323 ab
B	---	2 – 9 weken	9 – 72 weken	321 a
C	---	2 – 16 weken	16 – 72 weken	334 d
D	---	2 – 20 weken	20 – 72 weken	328 bc
E	2 – 9 weken	9 – 20 weken	20 – 72 weken	332 cd
F	2 – 16 weken	16 – 20 weken	20 – 72 weken	329 cd

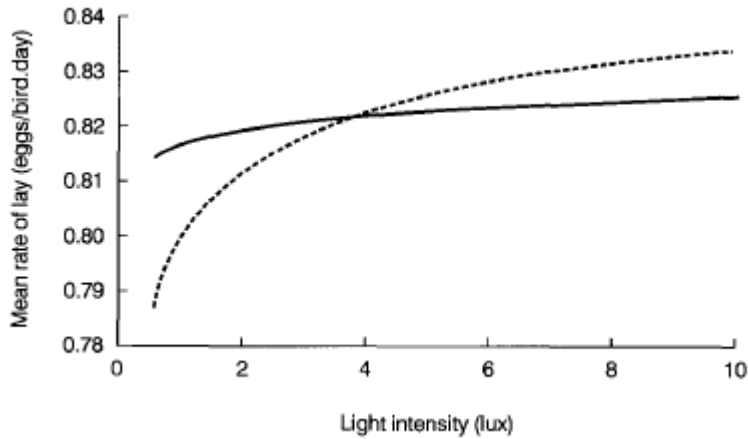
De optimale lichtsterkte voor een goed legpercentage ligt bij 5 lux (Lewis en Morris, 1999). Uit figuur 6.2 is af te leiden dat ca. 15 lux nodig is voor maximaal legpercentage en meer dan 15 lux geen effect meer heeft. In het artikel van Lewis en Morris (1999) wordt hierop echter niet ingegaan. Appleby et al. (1992) geven aan dat 5 tot 10 lux nodig is om eileg te stimuleren. Het lijkt erop dat in de loop der tijd merken leghennen ongevoeliger zijn geworden voor lichtsterkte (figuur 6.3). Jongere merken hebben genoeg aan 3 lux (Lewis en Morris, 1999). Ook Renema et al. (2001) vonden dat een lage lichtsterkte voldoende is voor een goed legpercentage (tabel 6.2).

Als gedurende de legperiode de lichtsterkte geleidelijk toeneemt van 32 tot 343 lux neemt het legpercentage toe (Abdelkarim en Biellier, 1982). In het gebied van 5 tot 108 lux vonden Skoglund et al. (1975) een tendens tot een afnemend legpercentage.

Samengevat moet in een bepaalde periode tijdens de opfok de lichtsterkte lager zijn dan in de legperiode. Voor een maximaal legpercentage en tijdens het aan de leg komen moet de lichtsterkte worden verhoogd tot 5-15 lux. Onduidelijk is of voor een goede legpersistentie het zinvol is de lichtsterkte gedurende de legperiode te verhogen.



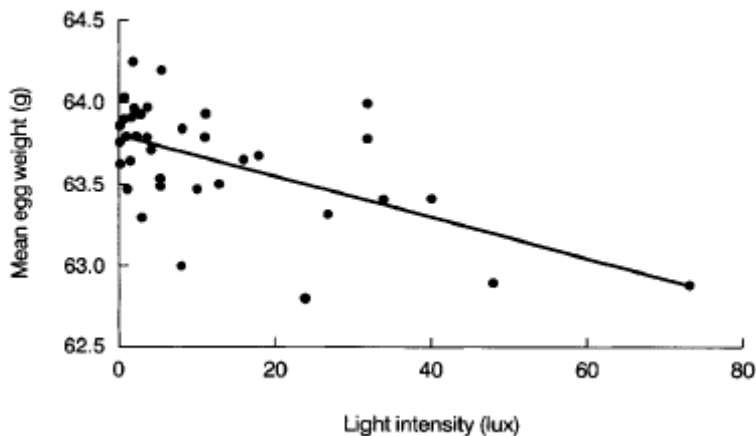
Figuur 6.2 Het verband tussen legpercentage (legperiode 20 tot 56 weken) en lichtsterkte (Lewis en Morris, 1999).



Figuur 6.3 Het verband tussen leggerpercentage en lichtsterkte voor oudere merken leghennen (stippellijn) en jongere merken (doorgetrokken lijn) (Lewis en Morris, 1999).

Eigewicht

Lichtsterkte in de opfok heeft waarschijnlijk geen effect op het eigewicht (tabel 6.2). In de leggerperiode neemt het eigewicht af met toenemende lichtsterkte (figuur 6.4). De auteurs hebben geen verklaring voor dit effect en geven aan dat gelet op de geringe absolute afname in eigewicht verder onderzoek moeilijk zal zijn om een effect aan te tonen (Lewis en Morris, 1999). In een recenter onderzoek van Renema et al. (2004) werd ook gevonden dat bij een hoge lichtsterkte het eigewicht afneemt.



Figuur 6.4 Het verband tussen eigewicht (legperiode 40 – 56 weken) en lichtsterkte (Lewis en Morris, 1999).

Tabel 6.2 Invloed van een hogere lichtsterkte op technische resultaten

Lichtsterkte (lux)	Leeftijd (weken)	Legpercentage	Eigewicht	Eimassa	Voeropname	Uitval	Diergewicht	Bron
3 of 25	0-20				Lager bij 25 lux van 0-16 weken. Geen verschil in periode 0-20 weken leeftijd ²⁾		Lager bij 25 lux	Lewis et al., 2004
3 25	2-20 20-72	Hoger dan bij 25 lux van 2-72 weken leeftijd	Geen effect t.o.v. 25 lux van 2-72 weken leeftijd					Leeson en Lewis, 2004
3 of 30	0-17					Geen effect	Lager bij 30 lux	Kjaer en Vestergaard, 1999
5 of 60-80	0-15, (16-24 weken 80 lux)	Lager bij 60-80 lux (in de opfok) in de periode van 17-24 weken leeftijd			Lager bij 60-80 lux (in de opfok) in de periode van 17-24 weken leeftijd	Geen effect in de periode van 17-24 weken leeftijd	Zwaarder bij 60-80 lux in opfok- en legperiode	Hartini et al., 2002
3 of 30	20-38					Hoger bij 30 lux	Lager bij 30 lux	Kjaer en Vestergaard, 1999
1, 5, 50 of 500	18-45	Geen verschil tussen 5, 50 of 500 lux. Lager bij 1 lux.	1-2 gram per ei lager bij 500 lux ¹⁾	Lager bij 1 lux en bij 500 lux. Geen verschil tussen 5 of 50 lux.			Geen eenduidig effect ³⁾	Renema et al., 2001. Diergewicht Renema en Robinson, 2001

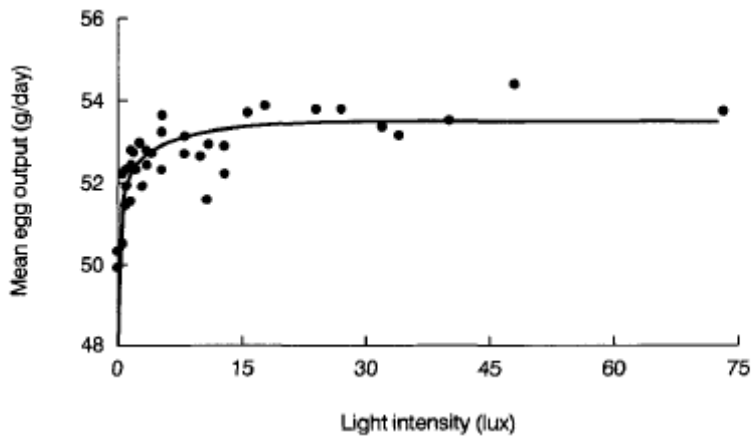
¹ = Ook meer eieren in de lagere gewichtklassen. In het onderzoek is het voerverbruik of de activiteit van de dieren niet gemeten.

² = Er is geen verschil gevonden doordat de dieren bij 25 lux eerder aan de leg komen. Hierdoor verbruiken ze meer voer in de periode van 16-20 weken leeftijd.

³ = Het diergewicht was alleen hoger bij 5 lux dan bij 1, 50 of 500. Een verklaring wordt door de auteurs niet gegeven.

Eimassa

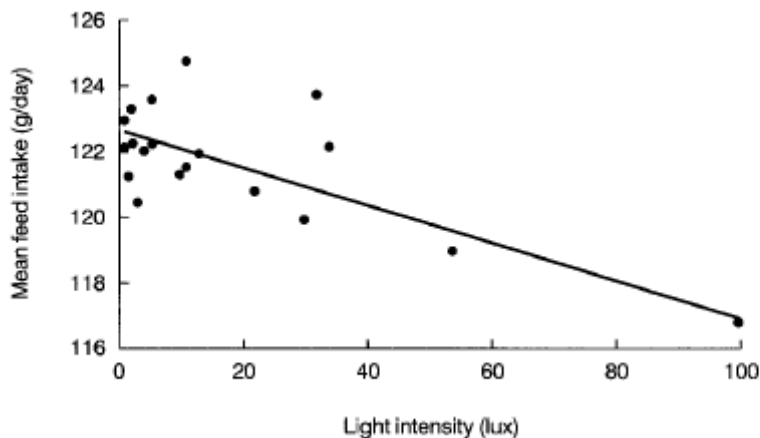
De eimassa is maximaal bij 17 lux of hoger (figuur 6.5; Lewis en Morris, 1999). Dit wordt bevestigd door Renema et al. (2001; tabel 6.2). In dit onderzoek was de eimassa lager bij een heel hoge lichtsterkte van 500 lux.



Figuur 6.5 Het verband tussen eimassa (40-56 weken) en lichtsterkte (Lewis en Morris, 1999).

Voeropname

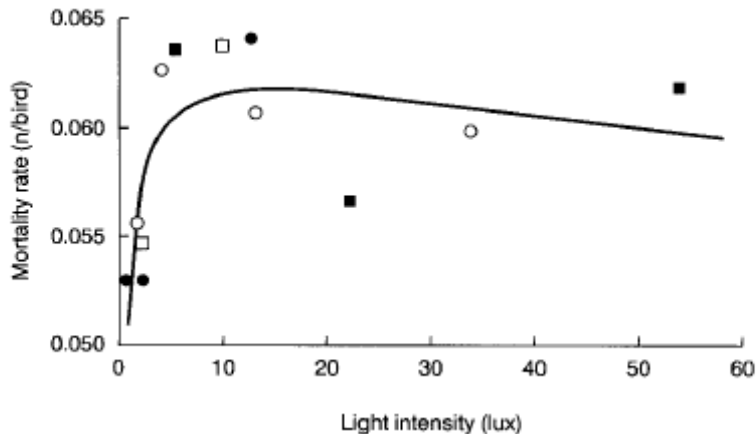
Bij een hogere lichtsterkte is de voeropname in de opfok lager (tabel 6.2). Hartini et al. (2002) vonden een lagere voeropname in de legperiode bij een hoge lichtsterkte dan bij een lage lichtsterkte. Eerder vonden Lewis en Morris (1999) ook dat de voeropname in de legperiode af neemt met toenemende lichtsterkte (figuur 6.6). De auteurs vinden dit vreemd gelet op de toenemende eimassa bij een stijgend lichtsterkte (Lewis en Morris, 1999) en een toenemende activiteit en energieverbruik bij een hogere lichtsterkte. In het traject van 1 tot 120 lux is het verband tussen lichtsterkte en activiteit en energieverbruik vrijwel lineair (Boshouwers en Nicaise, 1987; Lewis en Morris, 1999).



Figuur 6.6 Het verband tussen voeropname (24-56 weken) en lichtsterkte (Lewis en Morris, 1999).

Uitval

Tot 15 lux neemt de uitval toe en lijkt daarna af te nemen (figuur 6.7). De auteurs geven echter aan dat er te weinig data beschikbaar zijn om daarover harde uitspraken te doen (Lewis en Morris, 1999). Uit de beschikbare onderzoeken kan geen harde conclusie worden getrokken over het verband tussen lichtsterkte en uitval.



Figuur 6.7 Het verband tussen uitval (50-56 weken) en lichtsterkte (Lewis en Morris, 1999). De verschillende symbolen in de figuur slaan op datasets die de auteurs hebben gebruikt.

Diergewicht

Meestal is het diergewicht lager bij een hogere constante lichtsterkte (tabel 6.2). Een lager diergewicht bij een hogere lichtsterkte komt waarschijnlijk doordat de dieren actiever zijn, waardoor ze meer energie verbruiken.

Volgens Lewis et al. (2004) maakt de leeftijd in de opfok waarop terug gegaan wordt van 25 naar 3 lux niet zoveel uit. Als tijdens de opfok eerst terug gegaan wordt naar 3 lux en vervolgens de lichtsterkte wordt verhoogd naar 25 lux is er geen effect op diergewicht.

Als de lichtsterkte gedurende de legperiode geleidelijk wordt verhoogd van 32 tot 343 lux neemt het diergewicht af (Abdelkarim en Biellier, 1982).

Eikwaliteit

Over het algemeen is er geen effect van lichtsterkte op eikwaliteit (tabel 6.3). Bij 500 lux is er een kans op een lager eischaal gewicht. Bij 1 lux is er een kans op een minder aantal leverbare eieren. Als de lichtsterkte tijdens de legperiode geleidelijk wordt verhoogd van 32 naar 343 lux kan het soortelijk eigewicht lager zijn (Abdelkarim en Biellier, 1982). In dit onderzoek was er geen effect op eischaalgewicht, eischaaldikte, dooiergewicht en dikwithoogte.

Tabel 6.3 Invloed van lichtsterkte op eikwaliteit

Kenmerk	Lichtsterkte (lux)		
	0-15	1, 5, 50 of 500	25 lux van 2-72 weken leeftijd of 3 lux van 2-20 en 25 lux van 20-72 weken
Eischaalgewicht		Lager bij 500 lux ¹⁾	
Eischaaldikte	Geen effect		
Eischaalsterkte			Geen effect
Eischaalkleur	Geen effect		
Aantal leverbare eieren		Bij 1 lux minder. Tussen 5, 50 of 500 geen verschil.	
Dikwithoogte	Geen effect		
Dooiergewicht		Geen effect	
Eidichtheid		Geen effect	
Bron	Tucker en Charles, 1993	Renema et al., 2001	Leeson en Lewis, 2004

Het effect van lichtsterkte op de leeftijd waarop het eerste ei wordt gelegd is niet eenduidig. In een bepaalde periode tijdens de opfok moet de lichtsterkte lager zijn dan in de legperiode voor een maximaal legpercentage. Tijdens het aan de leg komen moet de lichtsterkte worden verhoogd tot 5-15 lux. Onduidelijk is of voor een goede legpersistentie het zinvol is de lichtsterkte gedurende de legperiode te verhogen. Bij toenemende lichtsterkte neemt het eigewicht af, al zijn de literatuurgegevens niet eenduidig. Lichtsterkte in de opfok heeft waarschijnlijk geen effect op het eigewicht. Waarschijnlijk is voor een maximale eimassa een minimale lichtsterkte nodig van 17 lux en zal de eimassa afnemen bij hoge lichtsterkten door een lager eigewicht. Bij toenemende lichtsterkte lijkt de voeropname af te nemen. Uit de beschikbare onderzoeken kan geen harde conclusie worden getrokken over het verband tussen lichtsterkte en uitval.

6.2 Welzijn, gedrag en diergezondheid

Om te onderzoeken aan welke lichtsterkte leghennen zelf de voorkeur geven voerden Prescott en Wathes (2002) een keuzeproef uit. Bruine leghennen konden kiezen tussen <1, 6, 20 of 200 lux om te eten. Bij 200 lux gebruikten de hennen meer tijd voor eetgedrag dan bij 20 lux of lager. Tussen 6 en 20 lux was er geen verschil in tijd voor eten. De minste tijd voor eten werd gebruikt bij <1 lux. In een tweede proef moesten de hennen werken om te kunnen eten. De dieren werkten 2,3 keer harder om te eten bij 200 lux dan bij <1 lux. In een derde proef konden de dieren weer kiezen tussen <1, 6, 20 en 200 lux. Bij <1 lux aten de hennen minder dan bij de andere drie lichtsterkten. Tussen 6, 20 en 200 lux was er geen verschil in hoeveelheid voer per minuut, aantal voerpikken per minuut, hoeveelheid voer per voerpik en de kracht die ze moesten gebruiken om toegang te krijgen tot het voer (Prescott en Wathes, 2002).

Dat de dieren willen werken voor een hogere lichtsterkte bleek ook uit een onderzoek van Taylor et al. (2001). In dit onderzoek was het lichtniveau 10 lux en de beloning bestond uit extra 5 lux. De dieren maakten gebruik van de gelegenheid om hun lichtomgeving te controleren als beloning.

Tucker en Charles (1993) adviseren een minimum lichtsterkte van 10 tot 20 lux gelet op dierenwelzijn, het uitvoeren van (controle)werkzaamheden in de stal en op esthetische gronden.

Hartini et al. (2002) vergeleken 5 en 60-80 lux van 0 tot 15 weken leeftijd gevolgd door daglicht + kunstlicht met een lichtsterkte van meer dan 80 lux. Na overplaatsen van de opfok- naar de legstal waren de dieren opgefokt bij 5 lux rustiger en handelbaarder. Bij 60-80 lux maakten ze meer lawaai en als een vreemde langs liep vloog meer dan de helft van de dieren op. Na een paar weken was er geen verschil meer tussen de beide lichtsterkten.

Kuikens van 2 weken oud rusten meer en maken meer gebruik van de zitstok bij toenemende lichtsterkte (tabel 6.4). Op 6-10 weken leeftijd is het effect omgekeerd, er wordt minder gerust en minder gebruik gemaakt van de zitstokken. Tot 6 weken leeftijd wordt er meer tijd besteed aan eten en drinken bij hogere lichtsterkten. Op 10 weken leeftijd is er geen effect. Gegevens van oudere dieren zijn niet gevonden. Bij hogere lichtsterkten bewegen de dieren meer (inclusief lopen en rennen), maar staan minder. De dieren stofbaden meer bij een hoge lichtsterkte en zijn meer met het strooisel bezig. Bij 500 lux werd bij opfokhennen op strooisel nauwelijks verenpikken waargenomen vergeleken met 50 lux. Dit was gecorreleerd met relatief meer grondpikken. De auteur suggereert dat het hoge lichtniveau ervoor zorgt dat de dieren de deeltjes op de grond beter kunnen zien en ernaar kunnen pikken (Martin, 1989). Lichtsterkte lijkt geen effect te hebben op pikken naar een stofbadende hen of poetsen. In de opfok geeft een hogere lichtsterkte minder angst en een minder sterke reactie op vreemde voorwerpen (Hughes en Black, 1974).

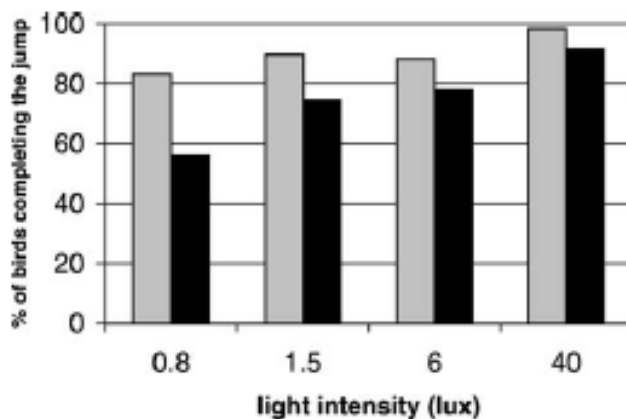
Tabel 6.4 Invloed van een hogere lichtsterkte op het gedrag in de opfok

Lichtsterkte (lux)	Leeftijd waarnemingen (weken)	Rusten	Poetsen	Zitstok gebruik	Eten	Drinken	Op strooisel gericht gedrag	Bewegen	Staan	Angst	Stofbad-gedrag	Pikken naar stofbadende hen	Bron
6, 20, 60 of 200	2	Meer	--	Meer	Meer	Meer	Meer	Meer	--	--	---	--	Davis et al., 1999
6, 20, 60 of 200	6	Minder	--	Minder	Meer	Meer	Meer	Meer	--	--	--	--	Davis et al., 1999
3 of 30	10	Minder	Geen effect	--	Geen effect	--	Meer scharrelen	Meer lopen en rennen	Geen effect	--	Geen effect	Geen effect	Kjaer en Vestergaard, 1999
50 of 500	14-15	Geen effect	Geen effect	Geen effect	--	--	Meer scharrelen en bodempikken	Geen effect	Geen effect	--	Meer	--	Martin, 1999
17-22 of 55-80	14-28	Geen effect	Geen effect	--	--	--	--	Meer lopen	Minder	Minder	---	---	Hughes en Black, 1974

Op 10 weken leeftijd werd er meer tijd besteed aan scharrelen, lopen en rennen bij 30 lux dan bij 3 lux, terwijl er minder gerust werd. In de legperiode waren de verschillen er niet. De interactie tussen lichtsterkte in de opfok en legperiode op de verschillende gedragingen was niet significant. Tijdens de legperiode was er geen verschil in eten, pikken naar een stofbadende hen, poetsen, staan en stofbadgedrag (Kjaer en Vestergaard, 1999). Bij een hoge lichtsterkte van 250 lux werd wel meer stofbadgedrag uitgevoerd (Huber, 1987).

Bij 250 lux zijn er meer hennen in de scharrelruimte dan bij 10 of 2 lux. Dit is ook het geval als er door de daglichtinval verschillen ontstaan in lichtsterkte in de stal, met name bij zonneshijn. Bij 250 lux wordt er meer naar ruwvoer gepikt dan bij 2 lux. Zonnebaden komt alleen bij de hoge lichtsterkte voor, zowel bij kunstlicht als bij natuurlijk licht. Ook zetten de dieren hun veren op om het licht dieper door te laten dringen (Huber, 1987). Martin (1999) zag bij 500 lux zonnebaden, maar niet bij 50 lux.

Springen van zitstok naar zitstok gaat beter bij een lichtsterkte van 32-40 lux dan bij 6 lux of lager. Bij 0,5 m afstand tussen de zitstokken was het effect minder groot dan bij 1 m (figuur 6.8). Als de hennen geen goede sprong en landing kunnen maken kan dat leiden tot verwondingen. Verder werden ook meer frustratie geluiden van de kippen geregistreerd bij lagere lichtsterkten (Taylor et al., 2003).



Figuur 6.8 Percentage hennen dat een goede sprong maken van zitstok tot zitstok bij verschillende lichtsterkten en bij een afstand tussen de zitstokken van 0,5 m (■) of 1 m (■) (Taylor et al., 2003).

Lichtsterkte speelt een rol bij het accepteren van een nest, maar is niet de belangrijkste factor. Witte hennen kozen vaker voor een relatief donker nest bij 5 lux dan voor een lichter nest bij 40 lux. Bruine hennen maakten even vaak gebruik van beide nesten. De voorkeur voor een bepaalde lichtsterkte in het nest is afhankelijk van de lichtsterkte in de omgeving en met name van die voordat de nesten ter beschikking worden gesteld. Als de omgeving een hoge lichtsterkte heeft kan het ook lichter zijn in het nest (Appleby et al., 1984).

Leghennen bleken een grote voorkeur te hebben om bij een hoge lichtsterkte te eten en er twee tot drie keer zo hard voor het eten te willen werken dan bij lagere lichtsterkten. Springen van zitstok naar zitstok gaat beter bij een hoge lichtsterkte. Als de hennen geen goede sprong en landing kunnen maken kan dat leiden tot verwondingen. Verder werden ook minder frustratie geluiden van de kippen geregistreerd bij hogere lichtsterkten. Bij een hoge lichtsterkte zijn de dieren actiever, zijn meer met het strooisel bezig, minder angstig en reageren minder sterk op vreemde voorwerpen. Zonnebaden komt alleen bij hoge lichtsterkten voor. De nesten worden beter bezocht als er voldoende verschil is tussen de lichtsterkte in de legnesten en de omgeving waar de legnesten staan.

Verenpikken

In een vijftal onderzoeken is gekeken naar de relatie tussen het lichtniveau en verenpikgedrag en schade door verenpikkerij (tabel 6.5). Uit deze onderzoeken kwam geen duidelijke aanwijzing naar voren dat een hoger lichtniveau in de opfok meer verenpikkerij zou geven. Bij de lagere lichtniveau's tot ca. 10 lux kwam doorgaans geen schade ten gevolge van verenpikkerij voor. Bij hogere lichtniveaus werd in de opfok geen duidelijk effect gevonden. In de legperiode werd bij hogere lichtsterkten iets minder zacht verenpikken gezien en soms iets meer hard verenpikken. Soms werd er een effect van lichtsterkte op verenschade gezien, maar overtuigend was het niet. Het is echter lastig duidelijke conclusies te trekken, omdat het hier gaat om onderzoeken die wellicht op meer details verschillen dan alleen het lichtniveau, zodat niet met zekerheid te zeggen is waardoor het wel of niet ontstaan van verenpikken veroorzaakt is.

Tabel 6.5 Invloed van een hogere lichtsterkte op verenpik gedrag en veerschade

Lichtsterkte (lux)	Leeftijd waarnemingen (weken)	Zacht verenpikken	Hard verenpikken	Verenpikken	Veerschade	Bron
Opfok						
3-5 of 10-15	11	--	--	--	Geen effect	Kjaer en Sorensen, 2002
3 of 30	10	Minder	Meer	--	Meer, maar geen verschil in legperiode tussen beide opfok behandelingen	Kjaer en Vestergaard, 1999
10 of 53	3-21	--	--	--	Meer	Hudges en Duncan, 1972
5 of 60-80	0-15			Meer*		Hartini et al., 2002
50 of 500	1-18			Minder		Martin, 1999
Legperiode						
3-5 of 10-15	35				Geen effect	Kjaer en Sorensen, 2002
3 of 30	28	lets minder	lets meer	--	Meer	Kjaer en Vestergaard, 1999
3 of 30	45	lets minder	Geen effect		Geen effect	Kjaer en Vestergaard, 1999
17-22 of 55-80	27	--	--	--	Geen effect	Hudges en Black, 1974

* = Ook meer kannibalisme

Op een hoop kruipen/dooddrukken

Hennen worden aangetrokken door lichte plekken op het strooisel. Dit leidt soms tot op een hoop kruipen. Dit komt zowel voor in banen zonlicht als bij kunstlicht (Gibson et al. 1985 in Manser, 1996; Huber, 1987). Soms worden hennen doodgedrukt. Bij lagere lichtsterkten en dus grotere verschillen tussen donker en lichte plekken is het probleem van op een hoop kruipen en dooddrukkens groter (Huber, 1987). Een goede lichtverdeling kan het probleem verminderen (Manser, 1996).

Kamkleur en grootte

Bij een lichtsterkte van 200 lux blijven de kammen kleiner en zijn roder dan bij 20 lux. De kleinste en roodste kammen worden aangetroffen bij kippen met een uitloop (Meier 1984 in Huber, 1987)

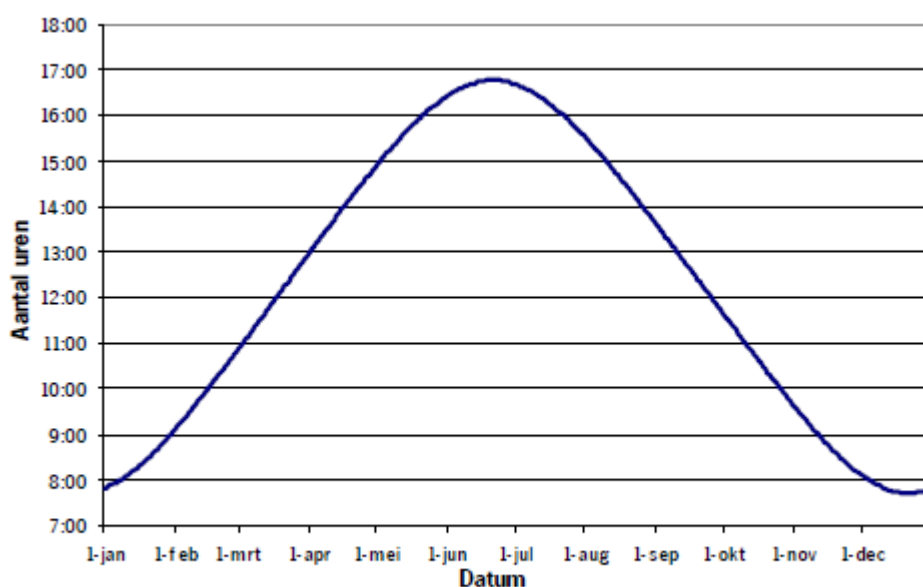
Het effect van lichtsterke op het verenpik gedrag in de opfok is niet duidelijk en nader onderzoek is gewenst. Tot ca. 10 lux is er geen effect op verenschade. Er boven is wel verenschade te verwachten. Bij meer dan 53 lux is geen onderzoek gedaan, waardoor het onbekend is of er verenschade ontstaat bij hoge lichtsterkten. In de leggerperiode wordt bij hogere lichtsterkten iets minder zacht verenpikken gezien en soms iets meer hard verenpikken. Soms wordt er een effect van lichtsterkte op verenschade gezien, maar overtuigend is het niet. Bij een goede lichtverdeling, dus geen lichte plekken, is de kans kleiner dat de hennen op een hoop kruipen en elkaar dooddrukken. Bij een lichtsterkte van 200 lux blijven de kammen kleiner en zijn roder dan bij 20 lux.

7 Daglengte

Leghennen worden van nature geprikkeld om aan de leg te komen bij toenemende daglengte. Bij afnemende daglengte wordt de eiproduktie juist geremd. Van dit gegeven wordt in de leghennenhouderij gebruik gemaakt om opfokhennen op de juiste leeftijd aan de leg te krijgen. In stallen die volledig donker te maken zijn, kan een zeer nauwkeurige sturing met licht gerealiseerd worden, maar in stallen waar daglicht toetreedt is dit veel complexer. Het dan te volgen lichtmanagement bij opfokhennen zal dan sterk afhangen van het seizoen en dus de hoeveelheid daglicht.

7.1 Natuurlijke daglengte (opfok)

In de periode tot 25 juni neemt de natuurlijke daglengte toe, waarna hij tot 25 december weer afneemt. Rond 25 juni en 25 december gaat het vrij geleidelijk, maar in andere perioden verandert de daglengte met ca. een half uur per week (figuur 7.1).



Figuur 7.1 Daglengte (in uren) voor Nederland in 2002 (bron: www.knmi.nl).

Om een koppel op het juiste moment aan de leg te krijgen, moet reeds in de opfok het juiste lichtmanagement toegepast worden. Hierbij kunnen drie situaties worden onderscheiden (Thiele, 2005):

1. Donkerstal
2. De daglichtinlaten kunnen worden gesloten en de stal is dan echt donker
3. De daglichtinlaten kunnen niet worden gesloten en/of er komt teveel licht binnen door de ventilatie openingen (kokers, open nok, luchtinlaten en inlaatventielen).

Als in daglichtstallen de daglichtinval kan worden geregeld kan het geadviseerde lichtschema van het betreffende merk worden gevolgd. De stal moet dan wel echt donker zijn. Op de lichtste plaatsen mag de lichtsterkte waarschijnlijk niet meer dan 0,5 lux zijn om door de dieren als donkerperiode ervaren te worden. Tijdens een deel van de opfokperiode is het aantal uren licht per dag minder dan de natuurlijke daglengte. Als de dieren naar buiten mogen kunnen de uitlopluiken pas dicht als het buiten voldoende donker is geworden en alle hennen binnen zijn. Hierop moet dan het tijdstip waarop het licht aangaat (en de daglichtopeningen open gaan) worden afgestemd.

Als bij een daglichtstal de daglengte niet kan worden geregeld is het de vraag wat een opfokker en leghennenhouder dan zou moeten doen. De daglengte tijdens de opfok mag niet toenemen, om te voorkomen dat de dieren te vroeg in productie komen (Benus, 1967; Fanatico, 2007; Morris, 2004).

Kuikens die worden opgezet tussen ca. 1 april en 15 september kunnen bij de natuurlijke daglengte worden opgefokt, omdat de daglengte afneemt tijdens het tweede deel van de opfok (Cavalchinni et al., 1990). Dit kan tot 17-18 weken leeftijd, daarna moet worden bijverlicht met kunstlicht om de daglengte op te bouwen en daarna constant te houden (Morris, 1967).

Een andere mogelijkheid is na de langste dag het aantal uren licht verminderen. Vanaf een leeftijd van 4-6 weken wordt de daglengte vervolgens constant gehouden totdat begonnen kan worden met het stimuleren van de dieren met licht (Anonimus, 1996; Thiele, 2005). Als het moment van stimuleren met licht rond 25 december valt kan tijdens de opfok de natuurlijke daglengte gevolgd worden (bron: Handboek voor de pluimveehouderij, 1986).

Bij kuikens die worden opgezet tussen ca. 16 september en 31 maart neemt de daglengte toe in het tweede deel van de opfok, waardoor de dieren te vroeg aan de leg kunnen komen (Cavalchinni et al., 1990). Hierdoor blijft het eigewicht te laag en wordt de persistentie van de productie negatief beïnvloed (Anonimus, 1999). Om dit te vermijden kan een van de volgende methoden worden toegepast:

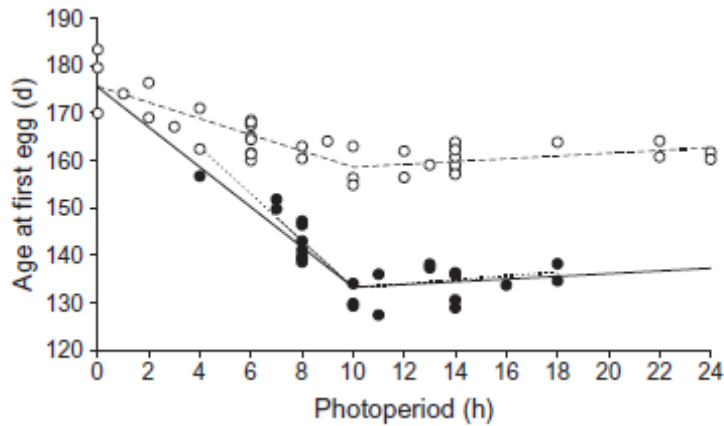
1. Bepaal de langste natuurlijke daglengte tussen de 1^e dag en 18 weken leeftijd. Hou deze daglengte aan gedurende de gehele opfok door bij te verlichten met kunstlicht (Anonimus, 1999; Cavalchinni et al., 1990; Morris, 2004). Geef het extra licht deels morgens en deels avonds (Cavalchinni et al., 1990). Als dit bijvoorbeeld 16 uur is dan wordt de daglengte gedurende de gehele opfok op minimaal 16 uur gehouden.
2. Bepaal het aantal uren licht in de 18^{de} levensweek en verlicht in het eerste deel van de opfok morgens extra met kunstlicht. Laat vervolgens de daglengte afnemen met 15 tot 20 minuten per week tot de leeftijd van 18 weken (Cavalchinni et al., 1990) of totdat de natuurlijke daglengte is bereikt (Morris, 1967).
3. Neem de natuurlijke daglengte in levensweek 18 en tel daar 3 uren bij op. Hanteer dit als verlichtingsduur tot de 12^e levensweek. Vanaf 12 weken de verlichtingsduur verminderen met 30 minuten per week tot een leeftijd van 18 weken (Anonimus, 1999).
4. Bepaal de leeftijd van de dieren wanneer men wil beginnen met stimuleren met licht. De natuurlijke daglengte op dat moment zal in het tweede deel van de opfok aangehouden moeten worden. In het eerste deel van de opfok kan het lichtschema van het betreffende merk gevolgd worden (bron Handboek voor de pluimveehouderij, 1986).

Niet alleen de daglengte, maar ook de intensiteit van het natuurlijk licht speelt een rol in de seksuele ontwikkeling. Er zijn geen onderzoeken gevonden waarin de 4 mogelijkheden met elkaar zijn vergeleken, waardoor niet kan worden aangegeven wat de beste optie is. Wel kunnen bepaalde aspecten worden toegelicht.

7.2 Constante daglengte (opfok)

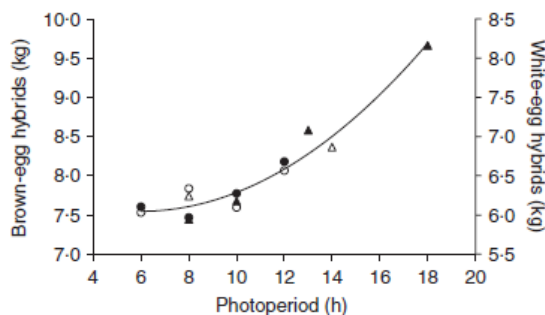
De leeftijd waarop de hennen aan de leg komen hangt niet af van de absolute hoeveelheid licht gedurende de opfokperiode, maar van de totale verandering in daglengte tussen begin opfok en leeftijd waarop het eerste ei gelegd wordt. Daarentegen lijkt daglengte op zichzelf ook invloed te kunnen hebben op de leeftijd waarop het 1^e ei wordt gelegd: zowel korte als lange dagen kunnen de ontwikkeling van hennen uitstellen. Bij constante daglengten tussen 6 en 14 uur komen de hennen ca. 1 dag eerder in productie voor ieder uur langere daglengte (Morris 1968 in Lewis en Perry, 1994a). Een verandering in daglengte van 8 naar 13 uur heeft een groot effect. Een verlenging van 13 naar 16 uur heeft minder effect (Lewis et al. 1992 in Lewis en Perry, 1994b; Lewis et al., 1997).

Er is een omslagpunt bij een constante daglengte van 10 uur gedurende de opfok voor het bereiken van de leeftijd waarop het eerste ei wordt gelegd (figuur 7.2). Voor minder dan 10 uur licht is het effect van de daglengte groot (Lewis et al., 1998; Lewis en Morris, 2005). De dieren komen per uur meer daglengte 4,2 dagen eerder in productie. Boven 10 uur licht is slechts een klein omgekeerd effect waarneembaar. Dan komen de dieren per uur meer daglengte 0,3 dag later aan de leg (Lewis en Morris, 2005). Een recenter onderzoek van Lewis et al. (2007a) laat zien dat er een verschil is voor witte en bruine hennen (tabel 7.1).

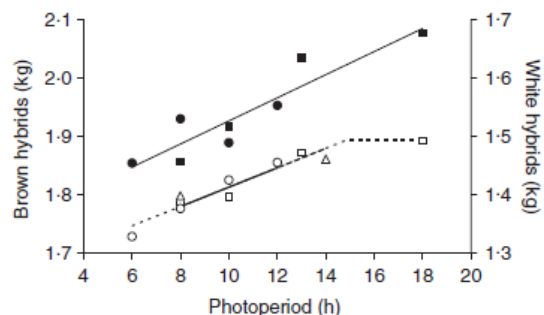


Figuur 7.2 Leeftijd waarop het 1^e ei wordt gelegd voor volop gevoerde opfokhennen bij constante daglengte gedurende de opfok. Open bolletjes = data van voor 1968, dichte bolletjes = data vanaf 1993. De stippellijn is de regressie voor de geobserveerde data en de dichte lijn is een verfijnder model (Lewis en Morris, 2005).

De voeropname neemt exponentieel toe met een toenemende constante daglengte in de opfok (figuur 7.3). Voor het diergewicht op 18 weken leeftijd van bruine hennen is dit een lineair verband (figuur 7.4). Een langere constante daglengte geeft een iets hoger legpercentage. Tot 12 uur licht is het verband tussen het aantal uren licht tijdens de opfok en het aantal eieren lineair, bij meer dan 12 uur is het verband waarschijnlijk niet lineair (Lewis et al., 2007a). Bij een langere constante daglengte in de opfok is het eigewicht en de eimassa hoger (tabel 7.1). De eischalen zijn iets sterker. Op dikwithoogte en uitval is geen effect gevonden. Berg et al. vonden geen effect op voerconversie van een langere daglengte tijdens de opfok. Lewis et al. (2007) hebben de voerconversie niet berekend. Samengevat heeft een langere constante daglengte tijdens de opfok (0 tot 18-20 weken leeftijd) geen negatief effect op technische resultaten. Legpercentage, eigewicht en eimassa kunnen zelfs beter zijn.



Figuur 7.3 Cumulatieve voeropname tot 18 weken leeftijd voor bruine hennen (● bron: Lewis et al., 2007), witte hennen (○ bron: Lewis et al., 2007 en △ bron: Leeson en Summers, 1985) of bruin en witte hennen (▲ bron: Lewis et al., 1996) in (Lewis et al., 2007a).



Figuur 7.4 Diergewicht op 18 weken leeftijd voor bruine hennen (● bron Lewis et al., 2007 en ■ bron Lewis et al., 1996) en witte hennen (○ bron Lewis et al., 2007; △ bron: Leeson en Summers, 1985 en □ bron Lewis et al., 1996) in (Lewis et al., 2007a)

Hennen opgefokt bij constant 16 uur licht hebben een hoger aantal lymfocyten cellen en een actievere lymfocyten respons dan bij 8 uur licht (Mashaly et al. in Manser, 1996). Hoge aantallen lymfocyten cellen (Gross en Siegel 1985; McFarlane en Curtis 1989 beide in Manser, 1996) en een actievere lymfocyten respons (Kristensen et al. 1982 in Manser, 1996) worden over het algemeen gezien als indicatie voor een laag stress niveau. Daarvan kan worden afgeleid dat hennen opgefokt bij een langere daglengte minder gestrest zijn (Manser, 1996).

Tabel 7.1 Invloed van een constante daglengte in de opfok

Daglengte opfok (uur)	Daglengte legperiode (uur)	Diergewicht	Uitval	Leeftijd 1 ^e ei	Legpercentage	Eigewicht	Eimassa	Voeropname	Voerconversie	Sterkte eischalen	Dikwitheogte	Bron
6, 8, 10, 12 of 14	14	Geen effect	--	2/3 – 3/4 dag eerder/ uur licht	Geen effect	--	--	Geen effect	--	--	--	King, 1961
8 of 16	16	Hoger diergewicht bij 16 uur, bij 50% leg geen verschil meer in diergewicht	Geen effect	1/3 dag eerder/uur licht	Geen effect	Hoger bij 16 uur	Hoger bij 16 uur	Hoger bij 16 uur	Geen effect	-	-	Berg et al., 1963
6, 8, 10 of 12	14	Hoger diergewicht bij meer uren licht (tot 18 weken leeftijd)	Geen effect	Witte hennen eerder, bruine hennen nauwelijks effect	Iets hoger bij meer uren licht	Hoger bij meer uren licht	Hoger bij meer uren licht	Hoger bij meer uren licht	--	Iets sterker	Geen effect	Lewis et al., 2007a

7.3 Variabele daglengte (opfok)

In de opfok kan zowel aan het begin als aan het eind ervan gevarieerd worden met de daglengte. Doorgaans wordt aan het begin de daglengte ingekort en aan het eind weer verlengd.

In een proef werd onderzocht of het uitmaakt of de daglengte aan het begin van de opfok snel of langzaam wordt ingekort. Alle kuikens kregen de eerste 3 dagen 23 uur licht. Een groep ging op 4 dagen leeftijd in één keer over op 8 uur licht. De tweede groep op 8 dagen leeftijd. Groep 3 tot 9 werd eerst 1 uur per week minder licht gegeven en na een aantal weken direct op 8 uur, waarbij het moment van 8 uur licht steeds op een latere leeftijd viel. Hierbij kregen alle groepen op 16 weken leeftijd 8 uur licht en gingen op 17 weken direct op 14 uur licht. Op 20 weken leeftijd werd de daglengte verlengd tot 16 uur. Er was geen verschil in voeropname of diergewicht op 18 weken leeftijd. De verschillende groepen kwamen gelijktijdig aan de leg. Het aantal eieren, eigewicht en de eimassa waren gelijk (Leeson et al., 2005). De snelheid van afbouwen van de daglengte had in deze proef dus geen effect.

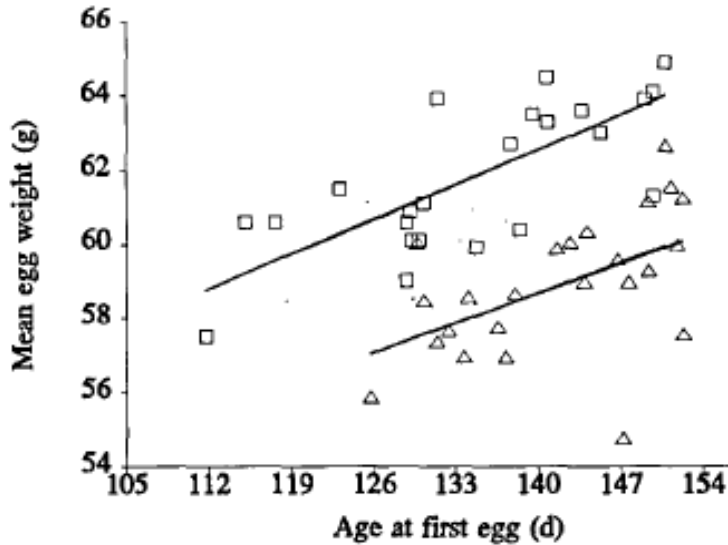
7.4 Overgang opfok- naar legstal

Als hennen zijn opgefokt zonder daglicht en overgeplaatst worden naar een daglichtstal, dan moet het lichtschema in de opfok aansluiten bij de natuurlijk daglengte die de hennen in de legstal zullen krijgen. Het is van belang om de lichtstimulatie bij overgang naar de legstal niet meer dan 2-3 uur te laten zijn. In het voorjaar en de zomer, zou een grote toename in daglengte de dieren te vroeg in productie kunnen brengen (Morris, 1967) of te snel kunnen stimuleren met te grote sprongen, waardoor de hennen te licht blijven (Lewis et al., 1997) met het risico dat ze het daardoor niet vol kunnen houden. Verder kan een grote overgang in daglengte stress veroorzaken. Het is dus zaak om tijdens de opfok niet standaard tot 8 uur daglengte af te bouwen, maar om dit af te stemmen op het seizoen. Als bijvoorbeeld de natuurlijke daglengte op 18 weken leeftijd 14 uur is, dan mag het licht tijdens de opfok niet verder worden afgebouwd dan tot 11-12 uur (Thiele, 2005).

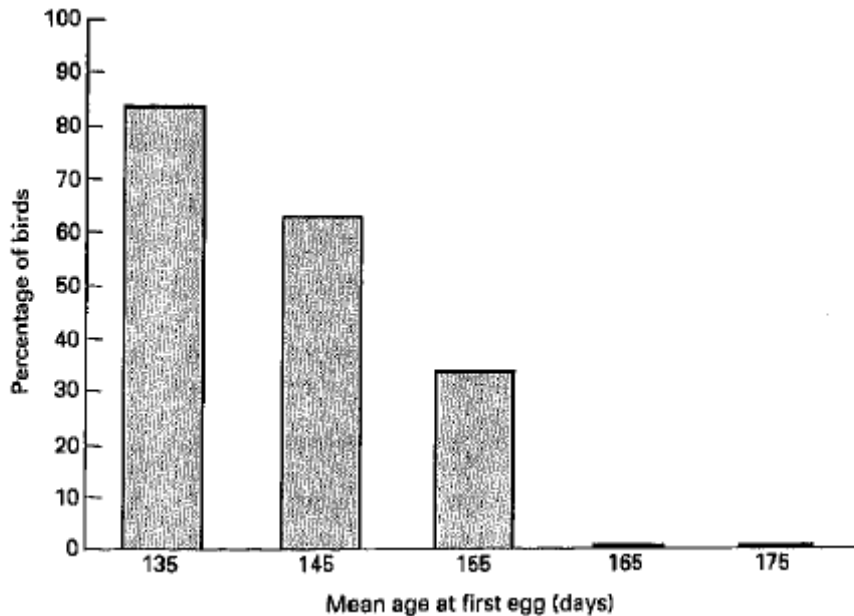
7.5 Leeftijd 1^e ei

Het aan de leg komen wordt meer beïnvloed door veranderingen in daglengte dan door de lengte van de lichtperiode op een gegeven leeftijd (Morris 1968 in Lewis en Perry, 1994b). Met een lichtprogramma is de leeftijd te sturen waarop het eerste ei wordt gelegd. Hiermee kan het aantal eieren, het eigewicht en de verdeling van de eieren over de gewichtsklassen worden gestuurd (Leeson en Summers, 1980; Morris, 1994). Bij zogenaamde step-up lichtschema's waarbij de daglengte toeneemt komen de hennen eerder in productie. Bij step-down lichtschema's gebeurt het tegenovergestelde (Morris, 1994).

Als de hennen vroeg in productie komen leggen ze weliswaar meer eieren, maar is het eigewicht lager (figuur 7.5). Bij deze koppels blijft het aandeel kleine eieren groter dan bij koppels die laat gaan leggen (Ernst et al., 1987; Leeson en Summers, 1980; Morris, 1994; Leeson en Lewis, 2004). Wel is de eischaal gemiddeld sterker (Leeson en Summers, 1980). Daarbij worden meer dubbeldooiers gelegd (figuur 7.6, Lewis en Perry, 1989). De vraag die overblijft is wat de gevolgen zijn van vroeg in productie komen voor de legpersistentie en voor het aantal hennen dat niet de volledige legperiode vol kunnen maken (slijters). Hierover is geen informatie gevonden. Als de hennen extreem vroeg worden gestimuleerd, bijvoorbeeld op 10 tot 12 weken leeftijd, gaan ze minder eieren leggen (Leeson en Summers, 1985).



Figuur 7.5 Relatie eigewicht en leeftijd eerste ei. Als eieren later worden gelegd zijn ze zwaarder, vierkant symbool is ISA Brown, driehoek is Shaver 288 (Lewis et al., 1997).



Figuur 7.6 Verband tussen de leeftijd waarop het eerste ei wordt gelegd en het percentage bruine hennen dat dubbeldooiers legt (Lewis en Perry, 1989).

7.6 Natuurlijke daglengte (leg)

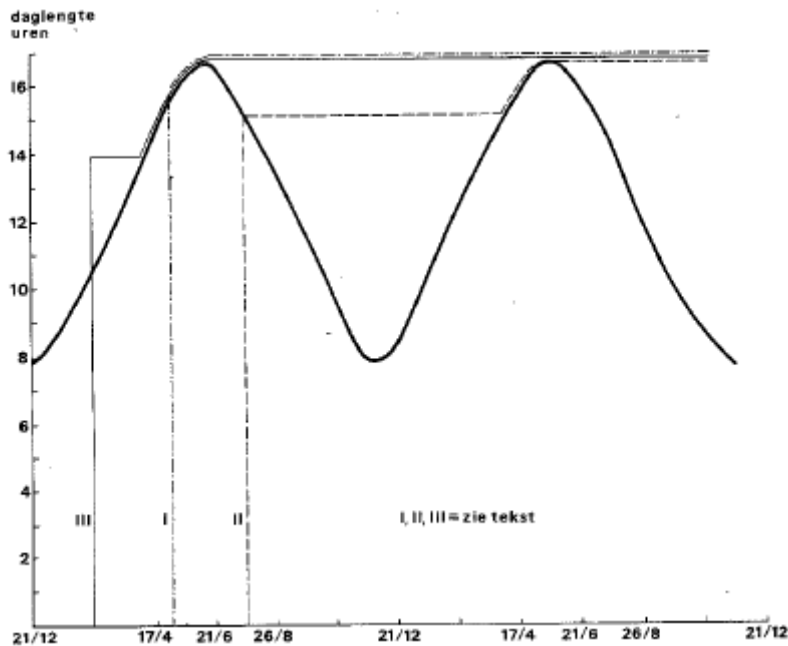
In de legstal mag de daglengte niet afnemen, om te voorkomen dat de dieren minder gaan leggen of zelfs stoppen met leggen (Benus, 1967; Fanatico, 2007; ISA, 2007; Thiele en Pottguter, 2008) of in de rui gaan (Morris, 2004).

Als de natuurlijk daglengte gaat afnemen is het zaak de daglengte constant te houden, door bij te verlichten met kunstlicht tot het einde van de leggerperiode (Thiele en Pottguter, 2008) en ervoor te zorgen dat het moment dat het licht aan of uit gaat gelijk is aan het moment dat de zon opkomt of onder gaat tijdens de langste natuurlijke dag (ISA, 2007).

Het is aan te bevelen de bijverlichting zowel in de morgen als in de avond te geven, zodat de dag voor de hennen begint om 6:00 uur en eindigt om 22:00. Hierdoor zijn deze tijden afgestemd op de langste natuurlijke dag (Bron: Handboek voor de pluimveehouderij, 1986).

Grizzle et al. (1992) vonden dat het voor het legpercentage of de voeropname niet uitmaakt of de extra uren kunstlicht in de ochtend of de avond worden verstrekt. In één van twee door hen uitgevoerde proeven was de schaalqualiteit beter als het extra licht morgens werd gegeven.

Afhankelijk van de plaatsingsdatum van de hennen kan een strategie van bijverlichten gekozen worden. Figuur 7.7 geeft een drietal situaties en de mogelijkheden hoe men hierop in kan spelen.



Figuur 7.7 Schema verlichting leghennen in daglichtstallen. Dikke lijn is de natuurlijke daglengte. De lijnen I, II en III geven drie momenten weer waarop de leghennen in de legstal komen (Bron: Handboek voor de pluimveehouderij, 1986).

De drie situaties in figuur 7.5 hebben betrekking op hennen in een daglichtstal, die dus naast kunstmatige verlichting ook te maken hebben met de natuurlijke daglengte. De volgende drie voorbeelden geven aan hoe voorkomen kan worden dat de daglengte ergens in de legperiode afneemt:

I= Half april komen de hennen in de legstal met daglicht. Tot eind juni kan de natuurlijke daglengte gevolgd worden. Daarna kan deze aangevuld worden met kunstlicht tot 16³/₄ uur licht.

II= Eind juni worden de dieren geplaatst. Tot eind juni volgend jaar kan de natuurlijke daglengte aangevuld worden met kunstlicht tot 15 uur. Van eind juni tot eind augustus kan de natuurlijke daglengte worden gevolgd en na eind augustus wordt dan aangevuld met kunstlicht tot 16³/₄ uur.

III= Eind februari komen de dieren in de legstal. De natuurlijke daglengte is dan ca. 10¹/₂ uur. Men kan bijverlichten tot 14 uur licht en als de natuurlijke daglengte 14 uur is de natuurlijke daglengte verder volgen. Vanaf eind juni de natuurlijke daglengte kan aangevuld worden tot 16³/₄ uur.

In een stal met daglicht is het de vraag in hoeverre de prestaties van een koppel beïnvloed worden door de natuurlijke daglengte en dus door het seizoen waarin het koppel opgezet is.

In een onderzoek zijn 7 legrondes gevolgd van 57 weken lang. Iedere legronde begon steeds 2 maanden later. Het onderzoek is uitgevoerd met 12 merken leghennen. De omstandigheden waren zoveel mogelijk gelijk. De stal werd natuurlijk geventileerd, maar had geen aparte daglicht inlaten. Tijdens de legperiode kregen de hennen 15 uur licht. Onder seizoen verstaan de auteurs weer en temperatuur verschillen, tijd in het jaar en andere gerelateerde factoren. Er was geen interactie tussen merk leghennen en seizoen. Het legpercentage verschilde niet voor het seizoen. Hennen die aan de leg komen tijdens de herfst of de eerste wintermaanden komen later aan de leg en het aandeel grote eieren is hoger (tabel 7.2). Bij hennen die aan de leg komen in het voorjaar en de eerste zomermaanden is het percentage kleine en medium eieren hoger. De verdeling van de eieren over de gewichtsklassen wordt niet beïnvloed door het diergewicht tijdens het in productie komen en het legpercentage (Christmas et al., 1979). In de zomer wordt het 1^e ei eerder gelegd dan in de winter. Dit seizoen effect is ook gevonden door Morris en Fox (1958). Ook de gewichtsverdeling van de eieren wordt door het seizoen beïnvloed. Het aandeel grote eieren is in de zomer lager dan in de winter.

Tabel 7.2 Effect van seizoen op technische resultaten (Christmas et al., 1979)

Datum 24 weken leeftijd	Jaargetijde	Leeftijd 50% leg	Leg-percentage	Kleine eieren (%)	Medium eieren (%)	Grote eieren (%)
3-9	Herfst	168	67,2	2,1	23,4	74,5
19-9	Herfst	163	71,5	2,3	14,0	83,5
11-11	Herfst	171	67,4	1,9	24,8	73,4
19-1	Winter	172	69,0	1,7	26,7	71,6
22-3	Voorjaar	161	68,4	7,8	28,8	63,4
19-5	Voorjaar	151	69,4	14,0	26,7	59,3
25-7	Zomer	156	66,9	8,4	23,6	68,0

7.7 Variabele daglengte (leg)

Nadat hennen zijn geplaatst in de legstal wordt het aantal uren opgebouwd volgens een bij het merk passend lichtschema. De vraag is of men door moet schakelen naar 16 uur of bijvoorbeeld de dieren op 14 uur moet laten staan.

Roland (1982) onderzocht dit door een groep leghennen vanaf 20 weken leeftijd constant 15 uur licht te geven, terwijl een andere groep iedere 5 dagen 15 minuten meer licht kreeg tot 18 uur. Bij deze laatste groep was het percentage afwijkende eieren door een body-check hoger en waren de eieren zwaarder. Het legpercentage, het soortelijk gewicht van de eieren, de voeropname waren niet verschillend.

Douglas et al. (1986) vergeleken twee groepen leghennen. De ene groep kreeg tot 40 weken leeftijd 14 uur licht, waarna het aantal uren licht geleidelijk opgebouwd werd tot 18 uur licht op 45 weken leeftijd. De andere groep bleef op 14 uur licht staan. Het verlengen van de dag had een tijdelijk verhogend effect op het aantal eieren, het eigewicht en op de voeropname. Na 45 weken leeftijd waren er geen verschillen meer. In de periode dat het positieve effect optrad was het behoorlijk warm. Het licht ging om 5 uur aan bij de groep die 14 uur licht kreeg en om 1 uur bij de groep op 18 uur licht (Douglas et al., 1986).

De bovengenoemde resultaten geven aan dat het zinvol kan zijn om in het begin van de legperiode het aantal uren licht per dag niet verder te laten toenemen dan tot 14 uur licht. Een verdere verlenging kan eventueel toegepast worden als er problemen zijn te verwachten door bijvoorbeeld een te lage voeropname door warm weer.

Koppels die een hoge productie hebben bereikt op een schema van 14 uur licht en 10 uur donker kunnen beter dit lichtschema vasthouden in plaats van doorschakelen naar 16 uur licht en 8 uur donker. De productie wordt niet hoger en de schaalsterkte wordt zelfs slechter. Praktijkervaringen geven aan dat bij een relatief lange nacht de eischalkwaliteit beter is, met name bij relatief jonge hennen (Esch, 1999).

7.8 Schemerfases (opfok en leg).

Als de natuurlijke daglengte wordt verlengd door 's avonds bij te verlichten is een geleidelijke overgang van licht naar donker gewenst. Dit kan bijvoorbeeld door het kunstlicht langzaam te dimmen (Anonimus, 2008a) of een loklampje te gebruiken. Als het licht geleidelijk uitgaat hebben de hennen de gelegenheid om nog voer op te nemen en in alle rust de zitstokken op te zoeken. Als het licht plotseling uitgaat proberen de hennen toch een geschikte rustplaats te vinden. Deze dieren kunnen andere hennen verstoren die reeds een rustplaats hebben gevonden. Aan de andere kant kan een plotselinge uitval van licht leiden tot paniek als de dieren dit niet gewend zijn (Tanaka en Hurnik, 1991).

Als de lichtsterkte geleidelijk wordt opgevoerd nadat het licht is aangegaan is er meer rust onder de dieren. De hennen bewegen zich rustiger dan wanneer het licht plotseling aangaat (Tanaka en Hurnik, 1991).

Het is zinvol om het natuurlijke lichtsterkte verloop van daglicht na te bootsen door 's morgens het (kunst)licht geleidelijk te laten aangaan en 's avonds geleidelijk uit.

Daglengthe in een pluimveestal wordt niet alleen bepaald door de tijd dat de kunstverlichting aan is, maar ingeval van daglichtstallen ook door de natuurlijke daglengthe. Voor elk merk leghennen bestaan adviesschema's voor lichtduur die de kip moet krijgen om een optimale productie te realiseren. Bij opfok in een donkerstal of in een daglichtstal waar het daglicht goed kan worden geregeld kan het geadviseerde lichtschema worden gevolgd. Als de stal onvoldoende of helemaal niet donker kan worden gemaakt, zijn er een aantal mogelijkheden om het lichtschema af te stemmen op de natuurlijke daglengthe. Hierbij zijn er een aantal dingen waarmee men rekening moet houden en die invloed kunnen hebben op de resultaten. De daglengthe tijdens de opfok mag niet toenemen, om te voorkomen dat de dieren te vroeg in productie komen. Als het 1^e ei vroeg komt worden meer eieren gelegd, is het eigewicht lager en het aandeel kleine eieren groter. De eischaal is sterker. Er worden wel meer dubbeldooiers gelegd. De vraag is wat de gevolgen zijn voor de legpersistentie en voor het aantal hennen dat niet de volledige legperiode vol kunnen maken (slijters). Hierover is geen informatie gevonden.

Als de natuurlijke daglengthe afneemt tijdens (het tweede deel van de) opfok kan de natuurlijke daglengthe worden gevolgd, eventueel aangevuld met kunstlicht. Als in het tweede deel van de opfok de natuurlijke daglengthe toeneemt zijn er een aantal mogelijkheden om in te spelen op de natuurlijke daglengthe.

- A. De hennen opfokken bij een constante daglengthe gedurende de gehele opfok of in het tweede deel van de opfok. Een langere constante daglengthe tijdens de opfok (0 tot 18-20 weken leeftijd) heeft geen negatief effect op technische resultaten. Sommige kengetallen kunnen zelfs beter zijn. Hennen opgefokt bij een langere constante daglengthe kunnen minder gestrest zijn.
- B. Tijdens het eerste deel van de opfok een lange daglengthe aanhouden en deze vervolgens laten afnemen met 15-20 of 30 minuten per week. Er zijn aanwijzingen dat de snelheid van afbouwen van de daglengthe geen effect heeft op technische resultaten en het dus niet zoveel uitmaakt hoe snel het aantal urendaglengthe wordt afgebouwd.

Bij opfok zonder daglicht is het bij de overgang naar een legstal met daglicht belangrijk dat er geen grote sprong is in de daglengthe. In de legstal mag de daglengthe niet afnemen, om te voorkomen dat de dieren minder gaan leggen of zelfs stoppen met leggen of in de rui gaan. Er zijn een aantal mogelijkheden hoe men hierop in kan spelen. Als de natuurlijke daglengthe gaat afnemen is het zaak de daglengthe constant te houden. Het is aan te bevelen de bijverlichting zowel in de morgen als in de avond te geven. Het lijkt zinvol te zijn om in het begin van de legperiode het aantal uren licht per dag niet verder te laten toenemen dan tot 14 uur licht. Een verdere verlenging dient men pas toe te passen als er problemen te verwachten zijn door bijvoorbeeld warm weer.

Naast daglengthe beïnvloedt ook het seizoen de leeftijd waarop het 1^e ei valt en de gewichtsverdeling van de eieren. Het is zinvol om het natuurlijke lichtsterkte verloop van daglicht na te bootsen door morgens het (kunst)licht geleidelijk aan te laten gaan en avonds geleidelijk uit.

8 Daglichtlampen

Daglichtlampen worden ook wel True Light of volspectrum lampen genoemd. Er is geen wettelijke bepaling voor volspectrum verlichting. Wanneer het licht alle kleuren van de regenboog bevat mag het volspectrum licht genoemd worden. Daglicht heeft een kleurweergave index of R_a -index van 100 exclusief ultraviolet. Bij volspectrum lampen is deze waarde meer dan 90. De kleurtemperatuur is 5500 °K of hoger. Volspectrum lampen zijn meestal hoog frequent en kunnen niet in armaturen voor laag frequente lampen. Deze TL-armaturen zijn uitgerust met een starter en een condensator. Een armatuur voor een HF-lamp is vaak uitgerust met een elektronisch voorschakel apparaat (Bron: www.wellnessvoid.eu)

Veel fabrikanten van lampen hebben verschillende soorten daglichtlampen in hun programma. Het is niet te doen om een volledig overzicht te geven, onder andere omdat niet altijd bekend is of de lampen geschikt zijn voor pluimveestallen.

Daglicht lampen zijn verkrijgbaar in verschillende uitvoeringen: TL, LED (figuur 8.1) en compacte lampen (figuur 8.2). Het glas van de lampen is meestal UV doorlatend, maar dit hangt af van het soort glas dat voor de lamp gebruikt is. Hiernaast is het spectrum afhankelijk van de gebruikte fosfor- of fluorescentiepoeders en het gas in de lamp. Figuur 8.3 geeft de relatieve spectra weer van verschillende lichtbronnen. De buiswand kan een speciale coating tegen breuk krijgen.

Daglicht bevat 6,7% UV (300 tot 400 nm, UV-A en een deel van UV-B). Daglichtlampen kunnen ook UV uitstralen (tabel 8.1). Er zijn ook lampen die nagenoeg alleen UV-licht geven. Bijvoorbeeld blacklight of blacklight blau lampen. Dit kunnen TL-lampen zijn, maar ook LED-lampen.

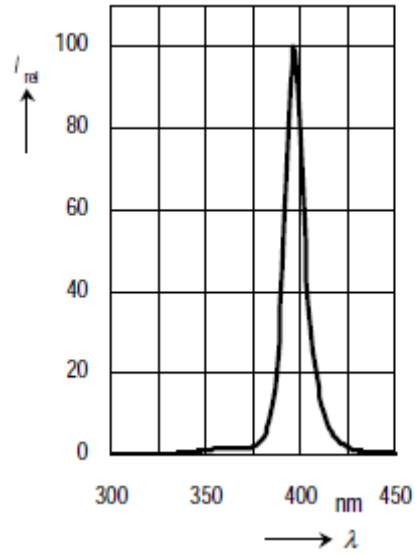
In het hoofdstuk over ultraviolet licht is onder het kopje UV-A en UV-B informatie opgenomen over onderzoek bij daglichtlampen die ook ultraviolet licht uitstralen. Veel informatie is niet beschikbaar en het betreft ook nog eens verschillende pluimvee soorten. Er zijn aanwijzingen dat bij daglichtlampen die ook UV-A en UV-B uistralen, sommige technische resultaten beter kunnen zijn. In de literatuur over het effect van UV-A zijn aanwijzingen gevonden dat het risico op pikkerij kleiner is, omdat het andere gedragingen als bodempikken bevordert. Voor kippen is echter geen informatie gevonden over daglichtlampen dat rechtstreeks betrekking heeft op pikkerij of verenschade.

Tabel 8.1 Eigenschappen van enkele daglichtlampen

Eigenschap	LifeLite *	Arcadia vogellamp *	NaturaLite *
UV-A	4%	12%	?
UV-B	0,2%	2,4%	?
Watt	11-160 Watt	8 - 58 Watt	14-80
Kleurtemperatuur	600-5800 K	5600 K	5500 K
Uitvoering	Spaarlamp (met/zonder ionisatie), TL	Spaarlamp, TL	Spaarlamp, TL

* = bronnen: www.lifelite.nl; www.arcadia-uk.info; www.naturalite.nl

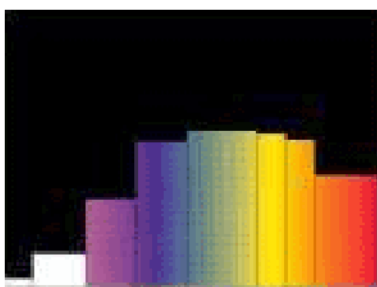
Daglichtlampen worden ook wel True Light of volspectrum lampen genoemd. Ze zijn meestal hoogfrequent en kunnen ook UV uitstralen. Veel fabrikanten van lampen hebben verschillende soorten daglichtlampen in hun programma. Deze zijn verkrijgbaar in verschillende uitvoeringen: TL, LED en compacte lampen.



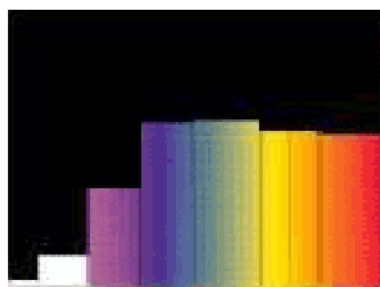
Figuur 8.1 UV-LED lamp met een piek bij ca 400 nm (bron catalog.osram-os.com).



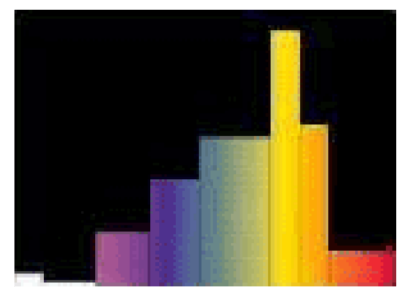
Figuur 8.2 Compacte daglichtlampen (bron: www.werkenbijdaglicht.nl en www.arcadia-uk.info)



Volspectrum daglichtbuis
 $R_a = 96, 5500 \text{ }^\circ\text{K}$



Natuurlijk daglicht, CIE D55
 $R_a = 100, 5500 \text{ }^\circ\text{K}$



Koel witte TL-lamp
 $R_a = 68, 4200 \text{ }^\circ\text{K}$

Figuur 8.3 Spectrum van verschillende lichtbronnen. De witte balken zijn UV-B en UV-A (bron www.naturalite.nl)

9 Daglichtvoorzieningen en regelen

Daglicht kan op verschillende manieren de stal binnenkomen:

- Lichtstraat of ramen in de muur. In de muren of wanden van de stal kan een lichtstraat worden ingebouwd (figuur 9.1 en 9.2)
- Lichtdoorlatende nok. Het is mogelijk om een lichtdoorlatende nok in te bouwen (figuur 9.3). De breedte van de nok hangt af van de breedte van de stal.
- Dakramen. Ook kunnen dakramen worden toegepast (figuur 9.4). Boven de dakramen worden doorzichtige golfplaten geplaatst. Deze kunnen bestaan uit meerdere lagen.
- Daglicht ventiel. Lucht inlaatventielen kunnen lichtdoorlatend worden gemaakt (figuur 9.5). Nadeel is wel dat het regelen van de hoeveelheid daglicht moeilijk is en een eventuele winddruk ook van lichtdoorlatend materiaal gemaakt moet zijn.
- Daglicht uitloopschuif. Uitloopschuiven kunnen van lichtdoorlatend materiaal worden gemaakt (figuur 9.6). Nadeel is dat het lastig is een voorziening te monteren waarmee de daglichtinval geregeld kan worden.
- Licht dichte ventielen in de lichtstraat. In de lichtstraat kunnen ook lichtdichte luchtinlaatventielen worden opgenomen, (figuur 9.7 en 9.8).
- Daglicht via een speciale koker. Hiermee kan daglicht gericht in een ruimte worden gebracht (figuur 9.9).

De daglichtdoorlaten kunnen in principe worden voorzien van een regeling, maar dat kan soms lastig worden om uit te voeren.

9.1 Combinatie ventilatie en daglichtinval

De wanden van een stal kunnen geheel of gedeeltelijk worden uitgevoerd met gaas waarlangs een gordijn of zeil wordt getrokken, (figuur 9.11, 9.12 en 9.13). Dit zeil kan lichtdoorlatend of – doorschijnend worden uitgevoerd. Een nadeel van een dergelijke uitvoering is dat de hoeveelheid daglicht en de ventilatie niet apart van elkaar kunnen worden geregeld. De buitenwand van een overdekte uitloop bestaat vaak uit windbreekgaas (figuur 9.14). Met een extra dicht zeil kan de hoeveelheid daglicht worden geregeld.

9.2 Regelen daglicht

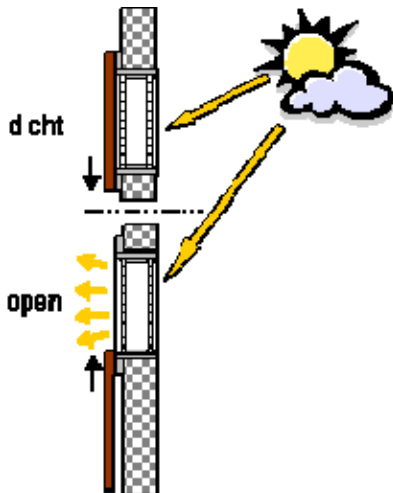
Daglicht kan geregeld worden met schuiven (figuur 9.1), lamellen (figuur 9.3 en 9.4), rolgordijnen (figuur 9.10) en dergelijke. Deze kunnen met de hand of met een liermotor worden bediend. Er kan ook een luik of klep aan de buitenkant worden aangebracht die aan de bovenkant scharniert. Deze klep schermt direct zonlicht af en kan geïsoleerd worden.

In de stal kan een luxmeter worden geplaatst die is aangesloten op de klimaat computer. De plaats in de stal maakt niet zoveel uit als de luxmeter maar in de directe lichtval van het daglicht wordt gemonteerd. Men kan bijvoorbeeld op dierhoogte op de (strooisel)vloer de lichtsterkte meten en in de klimaatcomputer een correctie invoeren voor het verschil in lichtsterkte bij de opnemer. De klimaatcomputer bedient de liermoter van de verduisteringsvoorziening bij de daglichtinlaten.

Het is mogelijk om bij voldoende lichtsterkte via de daglichtvoorzieningen het kunstlicht automatisch uit te schakelen (Anonymus, 2008a; Thiele, 2005). Ook dit kan met een klimaatcomputer worden geregeld.

Om daglicht goed te kunnen regelen is het zaak daglichtinval via ventilatie openingen tegen te gaan. Dit kan door bijvoorbeeld lichtreducerende elementen in de luchtinlaten te plaatsen (figuur 9.15). Deze elementen kunnen ook S-vormig zijn en kunnen ook worden aangebracht in een open nok. Winddrukken verminderen ook de daglichtinval. Door de binnenkant van de ventilatie openingen zwart te maken wordt de lichtinval verminderd. Ventilatie kokers zijn meestal van zwart kunststof. Door een pet op de koker te plaatsen kan de daglichtinval verder worden verminderd. Ook kunnen in de koker één of twee bochten worden aangebracht. Wel moet er rekening mee worden gehouden dat voorzieningen die de daglichtinval verminderen extra lucht weerstand geven en dus de luchtinlaten groter uitgevoerd moeten worden.

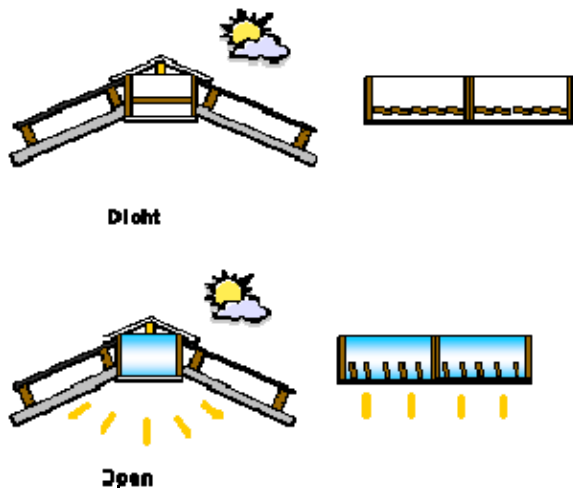
Daglicht kan op verschillende manieren de stal binnenkomen en worden geregeld. Dit kan worden gestuurd met een lichtsterktemeter aangesloten op een klimaatcomputer. Daglichtdoorlaten en ventilatie openingen kunnen gecombineerd worden. Nadeel is dat beide niet onafhankelijk van elkaar geregeld kunnen worden. Ongewenste daglichtinval via ventilatie openingen kan op verschillende manieren worden verminderd.



Figuur 9.1 Een schuif voor een raam of lichtstraat. Met de schuif kan de hoeveelheid daglicht geregeld worden. (bron: www.tulderhof.com).



Figuur 9.2 Lichtstraat in de wand van de stal (bron: www.tulderhof.com).



Figuur 9.3 Lichtdoorlatende nok met lamellen. Onder: de lichtdoorlatende nok is dicht in het voorste deel en gaat steeds verder open (bron: www.tulderhof.com).



Figuur 9.4 Ramen in het dak voorzien van lamellen (bron: www.tulderhof.com).



Figuur 9.5 Luchtinlaat ventiel aangebracht in de lichtstraat van lichtdoorlatend materiaal (bron: www.tulderhof.com).



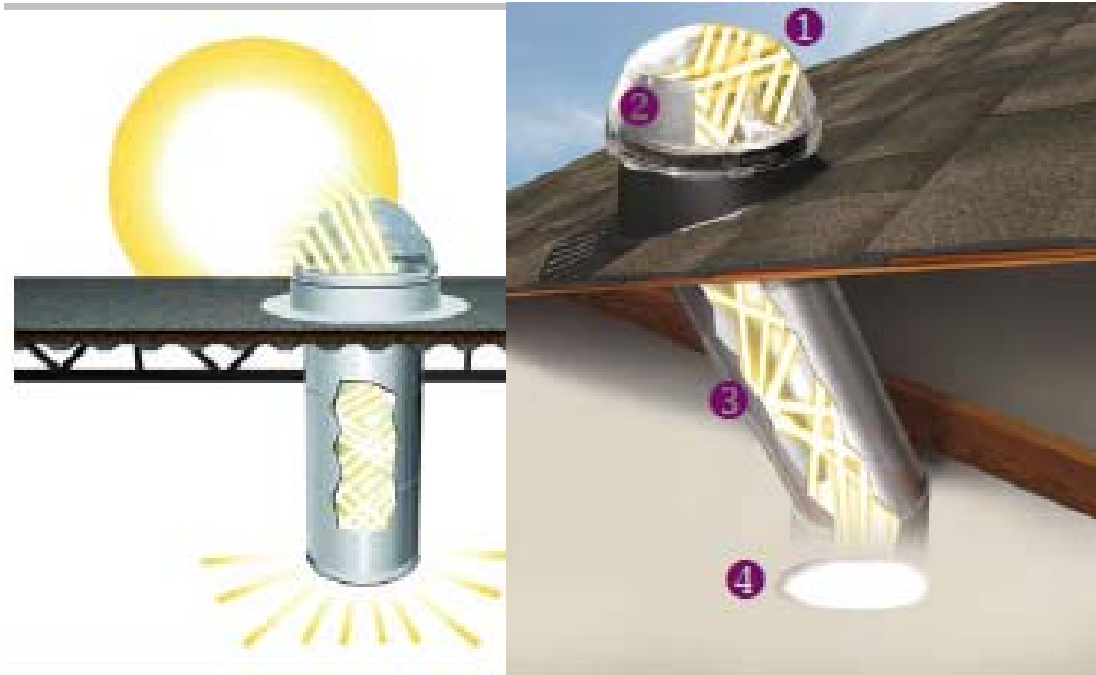
Figuur 9.6 Lichtdoorlatende uitloopschuiven (bron: www.tulderhof.com)



Figuur 9.7 Lichtstraat met een lichtdicht luchtinlaatventiel (bron: www.tulderhof.com)



Figuur 9.8 Lichtstraat met luchtinlaatventielen in de buitenkant van een twee etage stal (bron: www.tulderhof.com).



Figuur 9.9 Daglichtkoker (bron: www.solatube.nl/nl-p/documentatie.asp)

Het daglichtsysteem vangt met een koepel (1) het buitenlicht op dat door een reflecterende koker (3) (reflectiewaarde 99,7%) de ruimte bereikt. De platte plafondplaat (4) straalt het licht gelijkmatig de ruimte in. Infrarood-stralen worden niet doorgelaten. Het zichtbare daglicht en een klein beetje UV-A worden wel doorgelaten.



Figuur 9.10 Voorbeelden van gordijnen (bron: www.boonagro.nl)



Figuur 9.11 Ventilatiegordijn. Een gordijn om de ventilatie te regelen kan ook worden gebruikt om de hoeveelheid daglicht te regelen (bron: www.boonagro.nl)



Figuur 9.12 Lichtdoorlatend zeil als wand tussen stal en overdekte uitloop. De wand van de stal naar de overdekte uitloop kan worden gesloten met een lichtdoorlatend zeil. In deze stal wordt hiermee ook de ventilatie geregeld (bron Wageningen Livestock Research).



Figuur 9.13 Lichtdoorlatend zeil (bron Wageningen Livestock Research).



Figuur 9.14 Windbreekgaas bij de overdekte uitloop (bron www.vervaeke.be)



Figuur 9.15 Elementen die lichtinval tegengaan, in een luchtinlaatventiel (rechts) of in een ventilatie koker (links; bron: www.scan-air.nl)

10 Lichtdoorlatende materialen

Daglichtinlaten kunnen worden uitgevoerd met verschillende materialen:

- Gaas. Verschillende soorten gaas zijn mogelijk. Voordeel van gaas is dat ze daglicht vrijwel ongehinderd doorlaat (ook UV) en weinig straling reflecteert. De maaswijdte en soort materiaal is afhankelijk van welke vogels, ongedierte of insecten men wil weren uit de stal en hoeveel wind het gaas moet breken. Ook moet rekening worden gehouden met vervuiling door bijvoorbeeld stof.
- Glas. Er zijn verschillende soorten glas, waarmee men de hoeveelheid en soort licht dat doorgelaten wordt kan bepalen (figuur 10.1). Doorgaans wordt een deel van het UV-spectrum doorgelaten.
- Kunststof. Verschillende soorten kunststoffen worden gebruikt om licht door te laten. Met kunststof kan men spelen met helderheid en aantal lagen. Er zijn bijvoorbeeld licht doorlatende golfplaten verkrijgbaar met meerdere dunne lagen kunststof, gescheiden door verticale schotjes. Met bijvoorbeeld een opale uitvoering wordt direct zonlicht getemperd en het licht verstrooid. Hierdoor ontstaan minder snel lichte plekken in de stal. De lichtdoorlatendheid is wel minder, evenals de doorlaatbaarheid voor UV.

Lichtdoorlatende materialen kunnen zijn behandeld, waardoor ze meer of minder licht (UV en infrarood) doorlaten en minder gevoelig zijn voor condens, stof en vuil. Kunststoffen kunnen door UV-licht degraderen. Aan folies en platen worden UV stabilisatoren toegevoegd, waardoor ze ongevoelig of minder gevoelig zijn voor veroudering.

Licht dat op een oppervlak valt wordt voor een deel gereflecteerd (figuur 10.2). Het licht dat doorgelaten wordt heet de lichttoetredingsfactor (T_1 -waarde, vroeger LTA-waarde) en geeft de verhouding weer van het doorgelaten en het opvallend zichtbaar licht in het gebied van 380 tot 780 nm volgens de norm CIE D 6S. Ultraviolet doorlatendheid is het percentage van de totale UV-straling in het gebied van 280 tot 380 nm dat door een lichtdoorlatend oppervlak gaat (bron www.glas.nl)

De lichtdoorlatendheid is niet alleen afhankelijk van het type materiaal, maar ook van de mate van vervuiling, condens, waterdruppels, oriëntatie en helling ten opzichte van de lichtbron of invalshoek van het licht (Hemming et al., 2004).

Een ander aspect is de mate van lichtverstrooiing door het materiaal. Dit wordt diffusiteit van een materiaal of 'Haze' of verstrooiingsfactor genoemd. De verstrooiingsfactor is afhankelijk van de oppervlakte structuur of de aanwezigheid van bepaalde pigmenten. Het licht wordt beter verspreid, slagschaduw ontstaat niet, het lichtniveau is meer uniform en het licht kan dieper in de stal doordringen. Bij een verstrooiingsfactor van meer dan 50% worden materialen diffuus genoemd (Hemming et al., 2004).

Eigenschappen lichtdoorlatende materialen

In tabel 10.1 is een overzicht gegeven van verschillende lichtdoorlatende materialen en hun lichtdoorlatendheid voor direct licht. De verschillende materialen worden hieronder kort besproken.

Glas¹⁾

Er zijn verschillende soorten glas:

- Blankglas, floatglas of tuinbouwglas heeft een goede en stabiele lichtdoorlatendheid (90%) en is goed te reinigen (Hemming et al., 2004). De UV-doorlatendheid is 2-5% (bron: De materialen en hun eigenschappen, Vakblad voor de Bloemisterij 2008 40: 48-54).
 - Op het glas kan een coating worden aangebracht. Een coating van metaaloxide heeft een isolerende werking van 25% ten opzichte van gewoon glas. Door de coating is de lichtdoorlatendheid minder, 84%.
 - Dubbelglas heeft een lagere lichtdoorlatendheid, maar isoleert beter dan enkel glas. In de zomer weert het echter geen warmte van buiten. De temperatuur tussen de twee lagen loopt door de zonnestralen op tot een grote hoogte. Ook als de zon niet meer op de ruit schijnt geeft het glas nog warmte naar binnen af (Hattum en Lai Ho, 2006).

¹ Bron: Speciale glassoorten zijn niet direct in grote hoeveelheden beschikbaar. Onder glas, nummer 5, mei 2006, tenzij anders vermeld.

- Gehard glas
Door het harden van het glas wordt de sterkte aanzienlijk verhoogd. Als het glas toch breekt, valt het uiteen in kleine brokjes en niet in scherven (Hemming et al., 2004). De UV-doorlatendheid is 2-5% (bron: De materialen en hun eigenschappen, Vakblad voor de Bloemisterij 2008 40: 48-54).
- Wit glas of diamantglas of briljantglas
 - Wit glas heeft een hoge lichtdoorlatendheid en is doorlatend voor UV (Hemming et al., 2004).
 - Diamant glas heeft een lichtdoorlaatbaarheid van 90,5% tot 91%. Hiernaast heeft het glas een hoge UV-A en UV-B lichtdoorlatendheid van 85% (bron UV % <http://uk.saint-gobain-glass.com>)
 - Briljantglas laat ook vrij veel UV-licht door (figuur 10.3).
- Getrokken glas
Getrokken glas heeft een lichtdoorlatendheid van 91%. Het oppervlak heeft een ruwere structuur dan gegoten (float) glas. Dit geeft een snellere vervuiling. Getrokken glas is breukgevoeliger dan (float) gegoten glas (bron: LTO Groeiservice).
- Gegoten (gewalst) glas
De tekening is afhankelijk van de figuur of structuur van de walsrollen. Gehamerd glas maakt het licht diffuus. Een groot nadeel van gegoten glas is de breukgevoeligheid (bron: LTO Groeiservice).
Een alternatieve glassoort voor gehamerd glas is glas met een fijne tekening, waardoor het net een bevroren ruit lijkt. De lichtdoorlatendheid is 87%.
- Geëtsd glas
Dit glas is behandeld met een antireflectie(AR)-behandeling, waardoor er meer licht door het glas valt. Met de etsbehandeling wordt het glasoppervlak opgeruwd, waardoor de reflectie met 75% wordt gereduceerd.
Warmte straling (infra rood) wordt beter doorgelaten (bron: LTO Groeiservice).
- Anti reflectie (AR) glas
Met een AR-behandeling wordt een coating op het glas aangebracht. De lichtwinst is 6%. De UV-doorlatendheid verandert niet.
- Diffuus of matglas
Het licht wordt verstrooid en zou beter doordringen in een ruimte. De verstrooiingsfactor verschilt per soort glas (figuur 10.4 en 10.5). Hoe sterker het licht wordt verstrooid, des te lager is de lichtdoorlatendheid (Staalduinen, 2008).
- Glasstenen (figuur 10.6)
Lichtdoorlatendheid van heldere glasstenen is ca. 75% , van opaal ca. 70%, en van gekleurde glasstenen 60% (bron: www.vmsw.be). Glasstenen laten ook UV-licht door (bron: www.glasstenen.nl).

Glas kan behandeld worden zodat het zelfreinigend is (figuur 10.7). Onder invloed van UV-straling worden - zelfs op bewolkte dagen - vuilresten op het glasoppervlak afgebroken en wordt het glas water-aantrekkelijk. Door de regen worden vervolgens alle vuilresten weggespoeld zonder dat zich druppelsporen vormen (bron: nl.saint-gobain-glass.com)

Kunststofplaten

Kunststofplaten zijn uitgevoerd als enkel-, dubbel- of meerwandige platen. Deze kunnen vlak zijn, maar ook gegolft of een zig zag profiel hebben (figuur 10.8 en 10.9). Met een zig zag profiel is de lichtdoorlatendheid verbeterd, terwijl de warmtedoorlatendheid minder is (Hemming et al., 2004). Door bepaalde toevoegingen aan het kunststof kan deze wel of niet doorlatend zijn voor UV-licht (figuur 10.10). Ook kan de kleur worden beïnvloed, de materialen kunnen helder zijn, maar ook opaal of melkwit.

Soorten lichtdoorlatende kunststoffen:

- PVC polyvinylchloride
Is gevoelig voor hagelschade (Hemming et al., 2004).
- GRP glasvezelgewapend polyester
Materiaal vervuilt gemakkelijk en verkleurd onder invloed van UV-licht (Hemming et al., 2004).
- PMMA polymethylmethacrylaat of acryl of plexiglas of perspex.
Het materiaal verkleurt niet onder invloed van UV-licht (bron: www.acryplex.com)

- PC polycarbonaat
Polycarbonaat laat geen UV-licht door. Indien het materiaal een oppervlaktebehandeling heeft ondergaan is het bestand tegen de invloed van UV-licht, waardoor het onder andere niet verkleurd (bron: www.licotec.nl)
- PET Polyethyleentereftalaat
Is goed bestand tegen verwerking (bron: solutions-in-plastics.info)
- PS Polystyreen
Is niet weersbestendig en wordt door UV-straling aangetast, waardoor het materiaal gaat vergelen. Na verloop van tijd wordt het materiaal bros (bron: <http://weweler-colaert.nl>).
- SAN styreenacrylonitril
Is bestand tegen de invloed van UV-licht (bron: www.aquatropic.be).

In tabel 10.1 is de lichtdoorlatendheid gegeven van de verschillende soorten kunststof.

Kunststoffolies

Kunststoffolies verschillen onderling sterk in eigenschappen, zoals licht- en warmtedoorlatendheid, sterkte, levensduur, anti-condens en anti-stof gedrag. De eigenschappen worden bepaald door de samenstelling en het toevoegen van additieven. Zo kan een folie bijvoorbeeld wel of niet doorlatend gemaakt worden voor UV-straling (figuur 10.11). Verder kan een folie helder of diffuus (melkachtig) uitgevoerd worden (Hemming et al., 2004).

Soorten lichtdoorlatende kunststof folies:

- Polyethyleen, PE. Om de levensduur te verlengen worden UV-stabilisatoren toegevoegd (Hemming et al., 2004).
- Polyethyleen-IR. Door bepaalde toevoegingen aan het polyethyleen wordt warmtestraling vanuit de ruimte geblokkeerd (Hemming et al., 2004).
- EFTE, PVDF, TPU, PET. Deze folies hebben een hoge lichtdoorlatendheid en een levensduur van meer dan 10 jaar. TPU heeft veel rek en PVDF en PET kunnen scheuren. EFTE is het meest geschikt onder andere door een levensduur van 15-20 jaar en kan helder of diffuus zijn (Hemming et al., 2004).

Niet alle materialen die op dit moment in pluimveestallen worden toegepast komen terug in dit hoofdstuk. Een belangrijke reden is dat geen (betrouwbare) informatie is gevonden of helemaal geen openbaar toegankelijke informatie (waaronder internet). Op diverse internetsites wordt onder andere informatie gegeven over lichtdoorlatendheid, maar vrijwel nooit is de meetmethode gegeven. De meetmethode bepaalt voor een groot deel de lichtdoorlatendheid. Hiernaast heeft de dikte van het materiaal ook een grote invloed. De keuze voor een bepaald materiaal hangt niet alleen af van het soort materiaal en de lichtdoorlatendheid. Aspecten die ook een rol spelen zijn brandbaarheid, levensduur en prijs. Het valt echter buiten de scope van deze studie om ook dergelijke informatie op een rij te zetten.

Daglichtinlaten kunnen worden uitgevoerd met verschillende materialen. Deze materialen kunnen zijn behandeld, waardoor ze meer of minder licht (UV en infrarood) doorlaten en minder gevoelig zijn voor condens, stof en vuil. Diffuus licht dringt beter door in een ruimte dan direct licht. Materialen die het licht verstrooien hebben de voorkeur, waarmee de kans kleiner wordt op lichte plekken in de stal. Van veel materialen is de lichtdoorlatendheid van het zichtbare licht bekend. Waarden voor de UV-doorlatendheid worden apart gegeven. De lichtdoorlatendheid is niet alleen afhankelijk van het type materiaal, maar ook van de mate van vervuiling, condens, waterdruppels, oriëntatie en helling ten opzichte van de lichtbron of invalshoek van het licht.

De keuze voor een bepaald materiaal hangt niet alleen af van het soort materiaal en de lichtdoorlatendheid. Aspecten die ook een rol spelen zijn brandbaarheid, levensduur en prijs. Dit rapport geeft echter geen antwoord op de vraag welk materiaal het beste kan worden toegepast in pluimveestallen.

Tabel 10.1 Lichtdoorlatendheid van verschillende materialen

Materiaal	Licht- doorlatendheid* (%)	UV-A doorlatendheid	UV-B doorlatendheid	Bron
Glas				
Blankglas enkel	90	Ja	Nee	(Hemming et al., 2006)
Gehard glas enkel	90			(Hemming et al., 2004)
Witglas of diamantglas enkel	91	Ja	Gedeeltelijk	(Hemming et al., 2006)
AR-glas enkel	95	Ja	Afhankelijk van glastype	(Hemming et al., 2006)
Blankglas dubbel	81	Ja	Nee	(Hemming et al., 2006)
AR-glas dubbel	91	Ja	Afhankelijk van glastype	(Hemming et al., 2006)
Kunststof				
PMMA enkel	92	Ja	Ja	(Hemming et al., 2004)
Polycarbonaat enkel	89	Nee	Nee	(Hemming et al., 2004)
GRP enkel	82			(Hemming et al., 2004)
ETFE enkel		Ja	Ja	(Hemming et al., 2004)
PVDF enkel		Ja	Ja	(Hemming et al., 2004)
PVC enkel	80			(Hemming et al., 2004)
Acryl PMMA - UV dubbel	85	Nee	Nee	(Hemming et al., 2006)
Acryl PMMA +UV dubbel	88	Ja	Ja	(Hemming et al., 2006)
Polycarbonaat kanaalplaat dubbel	78	Nee	Nee	(Hemming et al., 2006)
Polycarbonaat zigzag enkel	94	Nee	Nee	(Hemming en Stijger, 2007)
Polycarbonaat zigzag dubbel	90	Nee	Nee	(Hemming et al., 2004)
Kunststof folies				
PS enkel	89			http://solutions-in-plastic.info
SAN enkel	86			http://solutions-in-plastic.info
Polyethyleen folie enkel	89	Afhankelijk van foliotype	Afhankelijk van foliotype	(Hemming et al., 2006)
ETFE folie enkel	93	Ja	Ja	(Hemming et al., 2006)
ETFE folie dubbel	89	Ja	Ja	(Hemming et al., 2006)
EVA folie	90			(Waijenberg, 2006)
PVC folie	89			(Waijenberg, 2006)
PVDF folie	93			(Waijenberg, 2006)
TPU folie	92			(Waijenberg, 2006)
PET folie	91			(Hemming et al., 2004)

* = lichtdoorlatendheid voor direct licht.

AR = antireflectie

ETFE = Ethyleen-tetrafluorethyleen copolymeer.

EVA = Polyethyleen met toevoeging van ethylvinylacetaat. folie die langgolvlige infraroodstraling tegen houdt, dit is gunstig voor het vasthouden van warmte.

GRP = Glasvezel gewapend polyester

PC = polycarbonaat

PET = Polyethyleentereftalaat

PMMA = polymethylmethacrylaat

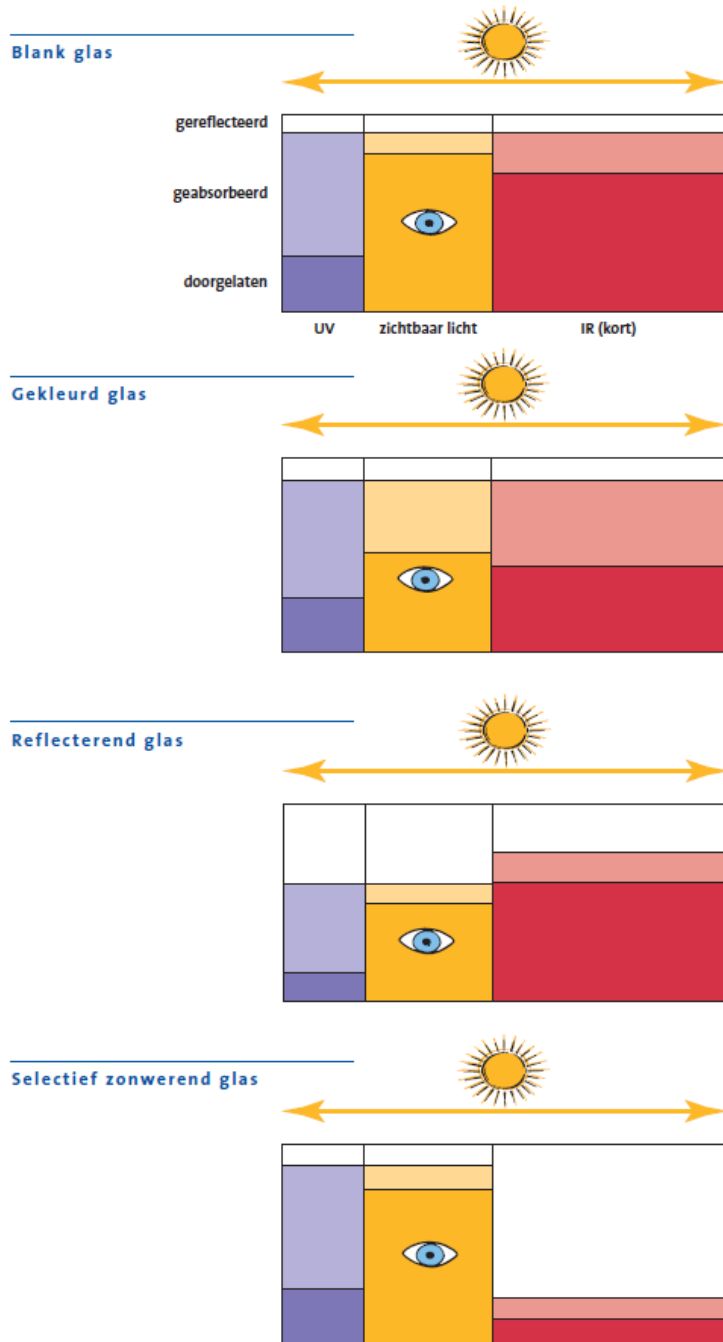
PS = polystyrene

PVDF = Poly vinyl di fluoride

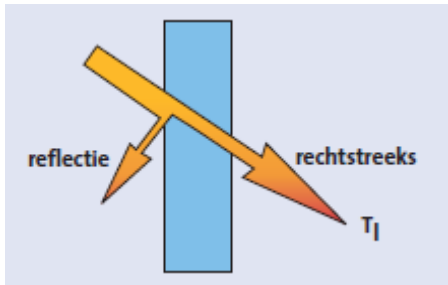
PVC = polyvinylchloride

SAN = styreenacrylonitril

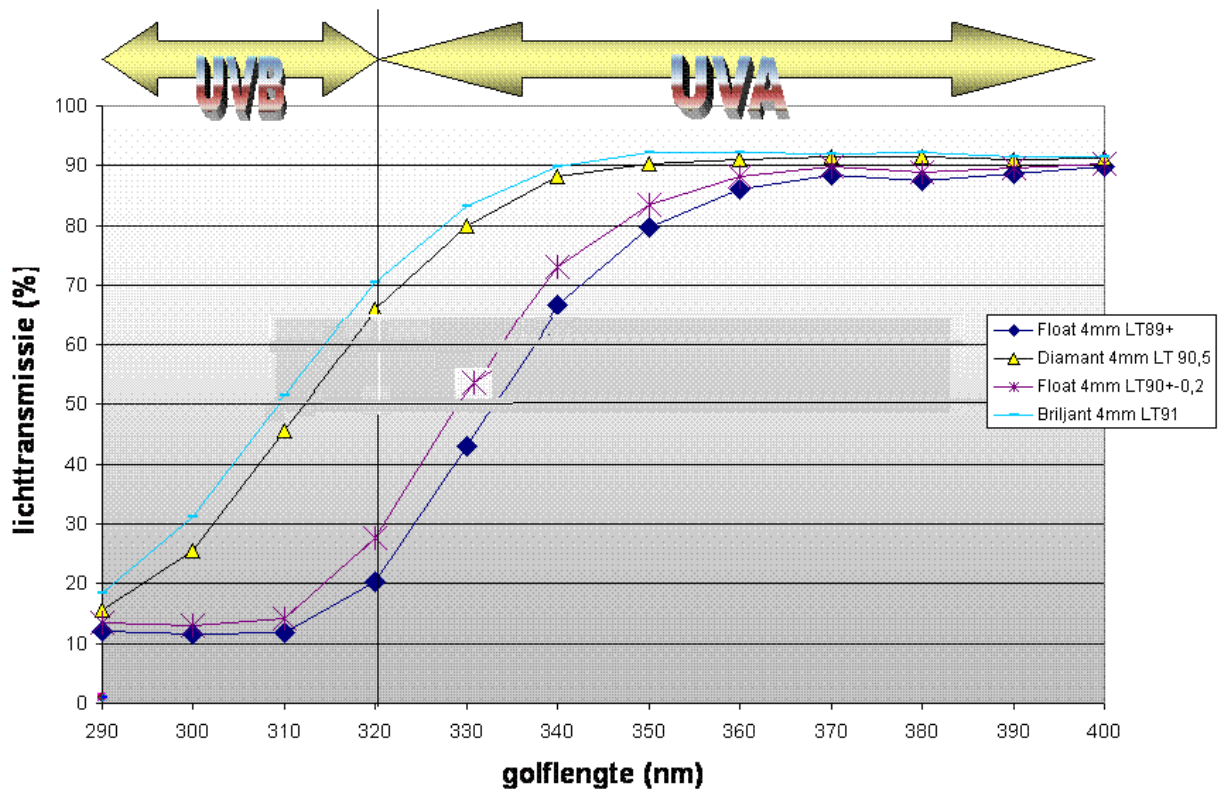
TPU = Thermoplastic polu-urthaan



Figuur 10.1 Verschillende soorten glas en de relatieve hoeveel licht die ze reflecteren, absorberen of doorlaten. (bron: brochure zonnewering Licht in de schijnwerpers Saint Gobain).



Figuur 10.2 Lichtdoorlatendheid en reflectie. Een deel van het licht gaat door een transparant materiaal een ander deel wordt gereflecteerd (bron www.veralu.be zonnewering.pdf)



Figuur 10.3 Lichtdoorlatendheid van verschillende soorten glas. Bron: www.vanlooveren.be

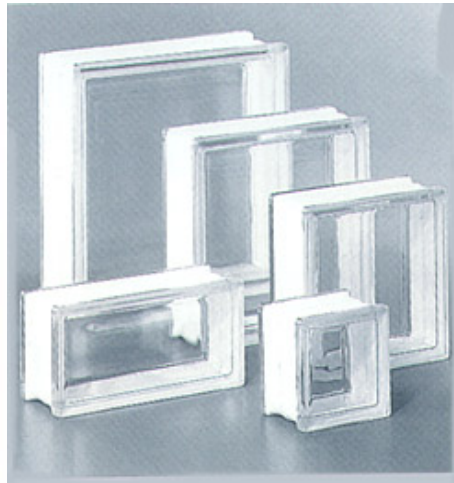


Diffuus	niet	laag	hoog
Verstrooingsfactor	0%	30%	70%
Lichtdoorlatendheid	83%	83%	80%

Figuur 10.4 Gewoon (links) en diffuus glas (midden en rechts). De verstrooingsfactor geeft aan hoeveel procent van het doorgelaten licht wordt verstrooid. Als de verstrooingsfactor hoger wordt verminderd de lichtdoorlatendheid (bron: www.hortimax.nl/uploads/editor/.../WES_Plantenfysiologie_13nov2008.pdf).



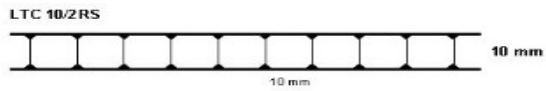
Figuur 10.5 Normaal en diffuus glas (bron: Onder glas nummer 4 april 2007)



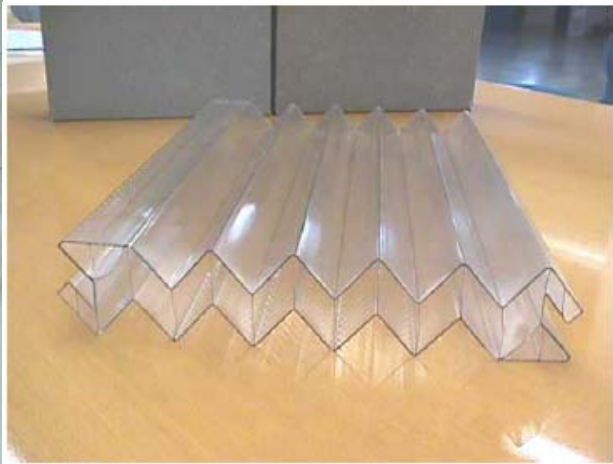
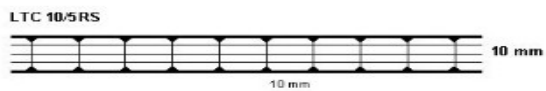
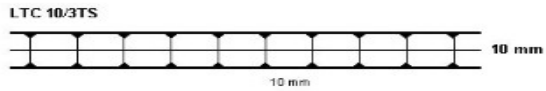
Figuur 10.6 Glassteen (bron: www.bouwcenter.nl; Bron: www.glasstenen.nl)



Figuur 10.7 Normaal (links) en zelfreinigend glas (rechts); bron: nl.saint-gobain-glass.com)



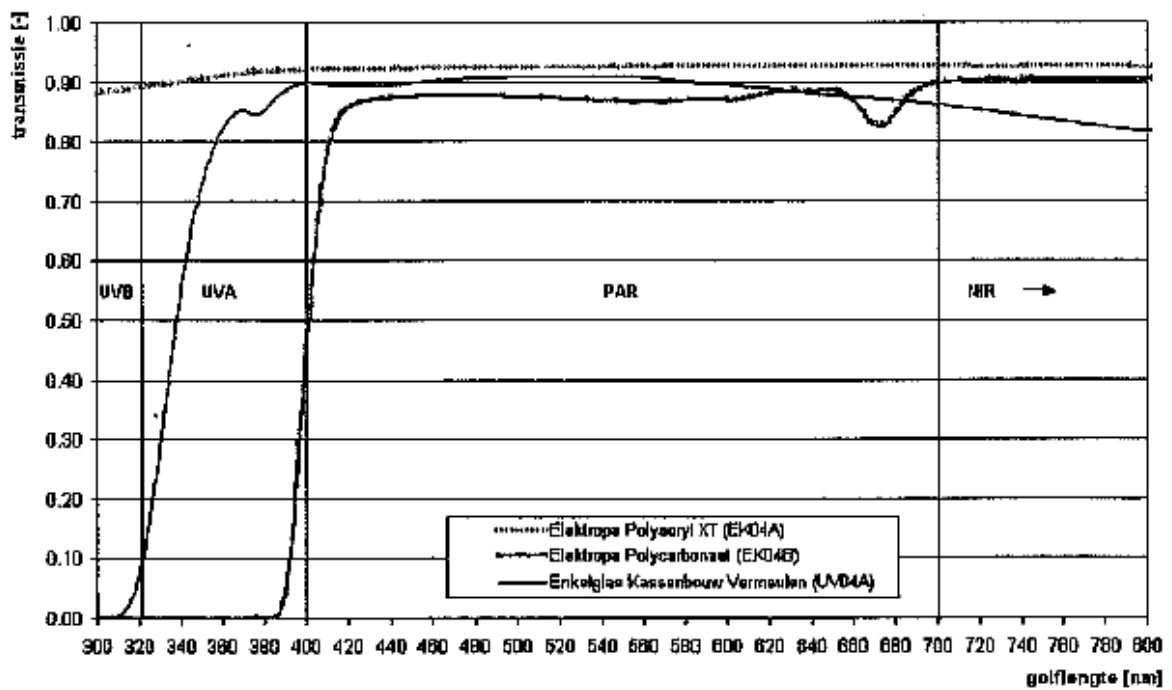
Meerlaagse kunststofplaat met dezelfde hoogte.



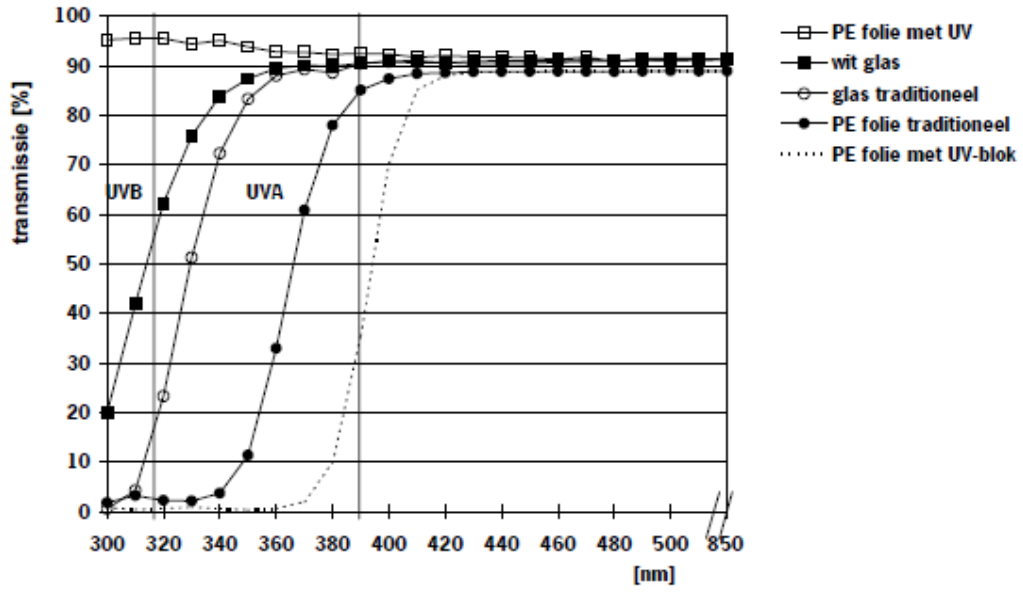
Figuur 10.8 Enkele voorbeelden van lichtdoorlatende kunststofplaten (bron www.vink.com ; www.novoplast.nl; Hemming et al., 2004).



Figuur 10.9 Dubbelwandige golfplaat van polycarbonaat (bron: www.vrieswa.nl).



Figuur 10.10 Spectrale transmissie van drie verschillende materialen (acryl, bovenste lijn; glas, middelste lijn; polycarbonaat, ondersteliijn) voor UV van 300 tot 400 nm en zichtbaar licht van 400 tot 700 nm (Hemming et al., 2006).



Figuur 10.11 UV-doorlatendheid van verschillende folies en glas (Hemming et al., 2004).

Conclusies en samenvatting

- De biologische regelgeving over daglicht kan duidelijker worden opgesteld. Een goede voorzet hiervoor wordt gegeven in andere regelgevingen voor (opfok)leghennen.
- Kippen kunnen meer zien dan mensen. Ze zien onder andere ultraviolet licht waardoor ze objecten anders zien dan mensen. De lichtsterkte is voor kippen hoger dan voor mensen.
- Lichtsterktemeters zijn afgestemd op mensen, waardoor lichtmetingen in stallen de lichtsterkte voor kippen onderschat.
- Kippen zien meer beeldjes per seconde dan de mens en kunnen laag frequente lampen zien flikkeren. Er zijn echter geen aanwijzingen gevonden dat flikkeringen leiden tot problemen als meer (veren)pikkerij.

Daglicht

- De eigenschappen van daglicht variëren gedurende de dag, door weersomstandigheden en het seizoen.
- Daglicht bevat 6,7% UV (300 tot 400 nm, UVA en een deel van UVB). Licht met een golflengte van kleiner dan 300 nm bereikt de aarde niet.
- Leghennen die in een legstal komen met daglicht en dit in de opfok niet gewend zijn kunnen problemen krijgen, onder andere de kans op pikkerij wordt groter.
- Een gelijkmatige lichtverdeling heeft de voorkeur om onder andere dooddrukken te voorkomen.
- Over het effect van daglicht ten opzichte van kunstlicht is weinig bekend.

Ultraviolet licht

- Er zijn enkele aanwijzingen dat gedrag en technische resultaten worden beïnvloed door UV-A, maar de beschikbare informatie is beperkt.
- Bij kalkoenen kan het risico op pikkerij kleiner zijn, maar voor kippen is geen informatie gevonden. Mogelijk verkleint UV-A ook bij kippen het risico op pikkerij, omdat het andere gedragingen als bodempikken bevordert. Dan moet er wel strooisel aanwezig zijn.
- Er zijn aanwijzingen dat met UV-A en UV-B sommige technische resultaten beter kunnen zijn.
- UV-B kan bijdragen aan de voorziening in vitamine D.
- Toepassing van UV-C licht in pluimveestallen kan voordelen hebben als ziekteverwerkers worden gedood. Het lijkt er wel op dat de dieren niet rechtstreeks aangestraald mogen worden door een bron met UV-C, om oogafwijkingen te voorkomen.
- Het is mogelijk dat UV-C de technische resultaten verbetert, maar nader onderzoek is gewenst.

Lichtsterkte

- Het effect van lichtsterkte op de leeftijd waarop het eerste ei wordt gelegd is niet eenduidig.
- In een bepaalde periode tijdens de opfok moet de lichtsterkte lager zijn dan in de legperiode voor een maximaal legpercentage en tijdens het aan de leg komen moet de lichtsterkte worden verhoogd tot 5-15 lux. Onduidelijk is of voor een goede legpersistentie het zinvol is de lichtsterkte gedurende de legperiode te verhogen.
- Bij toenemende constante lichtsterkte in de legperiode neemt het eigewicht af, al zijn de literatuurgegevens niet eenduidig. Lichtsterkte in de opfok heeft waarschijnlijk geen effect op het eigewicht.
- De eimassa neemt af bij hoge lichtsterkten door een lager eigewicht.
- Bij toenemende lichtsterkte lijkt de voeropname af te nemen.
- Uit de beschikbare onderzoeken kan geen harde conclusie worden getrokken over het verband tussen lichtsterkte en uitval.
- Leghennen bleken een grote voorkeur te hebben om bij een hoge lichtsterkte te eten en er twee tot drie keer zo hard voor het eten te willen werken dan bij lagere lichtsterkten.
- Springen van zitstok naar zitstok gaat beter bij een hoge lichtsterkte. Als de hennen geen goede sprong en landing kunnen maken kan dat leiden tot verwondingen.
- Bij een hoge lichtsterkte zijn de dieren actiever, zijn meer met het strooisel bezig, minder angstig en reageren minder sterk op vreemde voorwerpen. Zonnebaden komt alleen bij hoge lichtsterkten voor.
- Nader onderzoek is nodig voordat definitieve conclusies getrokken kunnen worden over het effect van lichtsterkte op het verenpikgedrag in de opfok.

- Tot ca. 10 lux is er geen effect op verenschade in de opfok. Er boven is wel verenschade te verwachten. Bij meer dan 53 lux is geen onderzoek gedaan, waardoor het onbekend is of er ook verenschade ontstaat bij hoge lichtsterkten.
- In de legperiode wordt bij hogere lichtsterkten iets minder zacht verenpikken gezien en soms iets meer hard verenpikken. Soms wordt er een effect van lichtsterkte op verenschade gezien, maar overtuigend is het niet.
- De nesten worden beter bezocht als er voldoende verschil is tussen de lichtsterkte in de legnesten en de omgeving waar de legnesten staan.
- Bij een goede lichtverdeling, dus geen lichte plekken, is de kans kleiner dat de hennen op een hoop kruipen en elkaar dooddrukken.
- Bij een hoge lichtsterkte van 200 lux blijven de kammen kleiner en zijn roder dan bij lagere lichtsterkte (20 lux).

Daglengte

- De daglengte tijdens de opfok mag niet te snel toenemen, om te voorkomen dat de dieren te vroeg in productie komen.
- Als het 1^e ei vroeg komt, worden meer eieren gelegd, is het eigewicht lager en het aandeel kleine eieren groter. De eischaal is sterker. Er worden wel meer dubbeldooiers gelegd. De vraag is wat de gevolgen zijn voor de legpersistentie en voor het aantal hennen dat niet de volledige legperiode vol kunnen maken (slijters).
- Hennen kunnen worden opgefokt bij een bepaalde constante daglengte gedurende de gehele opfok.
 - Een langere constante daglengte tijdens de opfok (0 tot 18-20 weken leeftijd) heeft geen negatief effect op technische resultaten. Sommige kengetallen kunnen zelfs beter zijn.
Hennen opgefokt bij een langere constante daglengte kunnen minder gestrest zijn.
- Een andere mogelijkheid is tijdens het eerste deel van de opfok de daglengte constant te houden en daarna met een aantal minuten per week te laten af nemen (15-20 of 30 minuten). De snelheid van afbouwen van de daglengte heeft geen effect op technische resultaten.
- Het seizoen beïnvloedt de leeftijd waarop het 1^e ei valt en de gewichtsverdeling van de eieren los van licht invloeden.
- Het is zinvol om het natuurlijke lichtsterkte verloop van daglicht na te bootsen door 's morgens het (kunst)licht geleidelijk te laten aangaan en 's avonds geleidelijk uit.
- Bij opfok zonder daglicht is het bij de overgang naar een legstal met daglicht belangrijk dat er geen grote sprong is in de daglengte.
- In de legstal mag de daglengte niet afnemen, om te voorkomen dat de dieren minder gaan leggen of zelfs stoppen met leggen of in de rui gaan.
- Als de natuurlijke daglengte gaat afnemen is het zaak de daglengte constant te houden in de legstal. Het is aan te bevelen de bijverlichting zowel in de morgen als in de avond te geven.
- Het lijkt zinvol te zijn om in het begin van de legperiode het aantal uren licht per dag niet verder te laten toenemen dan tot 14 uur licht.

Daglichtlampen

- Daglichtlampen worden ook wel True Light of volspectrum lampen genoemd. Ze zijn meestal hoogfrequent en kunnen ook UV uitstralen.
- Met daglichtlampen die ook UV-A en UV-B uitstralen kunnen sommige technische resultaten beter zijn, maar meer onderzoek is gewenst om dit beter te kunnen onderbouwen.

Daglichtvoorzieningen

- Ventilatie openingen en daglichtdoorlaten kunnen beter niet gecombineerd worden. Beide zijn dan niet onafhankelijk van elkaar te regelen.
- Daglicht dat binnenkomt via de wanden of het dak kan worden geregeld met schuiven, lamellen en zeilen. Deze kunnen gestuurd worden met een lichtsterktemeter aangesloten op een klimaatcomputer.
- Ongewenste daglichtinval via ventilatie openingen kan worden verminderd met lichtreducerende elementen.

Lichtdoorlatende materialen

- Waarden voor de lichtdoorlatendheid betreffen alleen het zichtbare licht. Waarden voor de UV-doorlatendheid worden apart gegeven.
- Lichtdoorlatende materialen kunnen zijn behandeld, waardoor ze meer of minder licht (UV en infrarood) doorlaten en minder gevoelig zijn voor condens, stof en vuil.
- Diffuus licht dringt beter door in een ruimte dan direct licht. Materialen die het licht verstrooien hebben de voorkeur, waarmee de kans kleiner wordt op lichte plekken in de stal.
- De lichtdoorlatendheid is niet alleen afhankelijk van het type materiaal, maar ook van de mate van vervuiling, condens, waterdruppels, oriëntatie en helling ten opzichte van de lichtbron of invalshoek van het licht.
- De keuze voor een bepaald materiaal hangt niet alleen af van het soort materiaal en de lichtdoorlatendheid. Aspecten die ook een rol spelen zijn brandbaarheid, levensduur en prijs. Dit rapport geeft echter geen antwoord op de vraag welk materiaal het beste kan worden toegepast in pluimveestallen.

Literatuur

- Abdelkarim, M. R. and H. V. Biellier, 1982. Effect of light intensity and photoperiod on chicken laying hens. *Poultry science* 61: 1403-1404.
- Ahsan ul, H., N. Ahmad, S. Rasool and T. H. Shah, 1997. Effect of light and feed restriction during rearing on production performance of egg strain layers. *Asian-Australasian-Journal-of-Animal-Sciences* 10(6): 657-664.
- Anonymus, 1996. Light and lighting for poultry. p 6.
- Anonymus, 1999. Management-adviezen voor opfok in daglichtstallen Lohmann poultry news. p 7.
- Anonymus, 2008a. Beleuchtung von geflügelställen. p 2.
- Anonymus, 2008b. Daglicht en scheidingsconstructies.
- Appleby, M. C., B. O. Hughes and H. A. Elson. 1992. *Poultry production systems. Behaviour, management and welfare.* C.A.B International, Oxon U.K.
- Appleby, M. C., H. E. McRae and B. E. Peitz, 1984. The effect of light on the choice of nests by domestic hens. *Applied Animal Ethology* 11(3): 249-254.
- Barber, C. L., N. B. Prescott, J. R. Jarvis, C. I. Sueur, G. C. Perry and C. M. Wathes, 2006. Comparative study of the photopic spectral sensitivity of domestic ducks (*anas platyrhynchos domesticus*), turkeys (*meleagris gallopavo gallopavo*) and humans. *British-Poultry-Science* 47(3): 365-374.
- Barott, H. G., L. G. Schoenleber and L. E. Campbell, 1951. The effect of ultraviolet radiation on egg production of hens. *Poult-Sci*: 409-416.
- Benus, J., 1967. The effect of decreasing day length during the breeding period on the laying performance of laying-type hens. *Veeteelt--en-Zuivelbericht*: 426-430.
- Berg, L. R., R. S. Hansen and G. E. Barse, 1963. Effect of photoperiod on the response of developing pullets to different nutritional treatments. *Poultry-Sci*: 1346-1355.
- Bestman, M., P. Koene and J.-P. Wagenaar, 2009. Influence of farm factors on the occurrence of feather pecking in organic reared hens and their predictability for feather pecking in the laying period. *Applied Animal Behaviour Science* 121(2): 120-125.
- Boshouwers, F. M. G. and E. Nicaise, 1987. Physical activity and energy expenditure of laying hens as affected by light intensity. *British Poultry Science* 28: 155-163.
- Bright, A., 2007. Plumage colour and feather pecking in laying hens, a chicken perspective? *British-Poultry-Science* 48(3): 253-263.
- Carson, J. R. and G. Beall, 1955. Absence of response by breeder hens to ultraviolet energy. *Poultry-Sci*: 256-262.
- Cavalchinni, L. G., S. Cerolini and R. Mariani, 1990. Environmental influences on laying hens production. *Options Mediterraneennes Serie A(7)*: 153-171.
- Christmas, R. B., C. R. Douglas, L. W. Kalch and R. H. Harms, 1979. The effect of season of maturity of the laying hen on subsequent egg size at periodic intervals in the laying cycle. *Poultry-Science* 58(4): 848-851.
- Davis, N. J., N. B. Prescott, C. J. Savory and C. M. Wathes, 1999. Preferences of growing fowls for different light intensities in relation to age, strain and behaviour. *Animal-Welfare* 8(3): 193-203.
- Douglas, C. R., T. B. Chaille, A. S. Arafa and R. H. Harms, 1986. Egg size as influenced by morning or evening lights. *Poultry-Science* 65(5): 864-867.
- Ellen, H. H., R. A. v. Emous and J. W. Kruit. 2007. Kunstlicht in de pluimveehouderij. Rapport 61, Animal sciences group van Wageningen UR, Lelystad. Pp 32.
- Ernst, R. A., J. R. Millam and F. B. Mather, 1987. Review of life-history lighting programs for commercial laying fowls. *World's-Poultry-Science-Journal* 43(1): 45-55.
- Esch, J. v., 1999. Lichtschema's bij leghennen (1). *Continue lichtschema's Pluimveehouderij* No. 29. p 16-17.
- EU. 2008. Verordening tot vaststelling van bepalingen ter uitvoering van verordening (eg) nr. 834/2007 van de raad inzake de biologische productie en de etikettering van biologische producten, wat de biologische productie, de etikettering en de controle betreft.
- Fanatico, A., 2007. Poultry house management for alternative production. p 14.
- Grizzle, J., M. Iheanacho, A. Saxton and J. Broaden, 1992. Nutritional and environmental factors involved in egg shell quality of laying hens. *British-Poultry-Science* 33(4): 781-794.
- Gunnarsson, S., M. Heikkila and A. Valros, 2008. Effect of day length and natural versus incandescent light on perching and the diurnal rhythm of feeding behaviour in layer chicks (*gallus g. Domesticus*). *Acta-Agriculturae-Scandinavica-Section-A,-Animal-Science* 58(2): 93-99.

- Hartini, S., M. Choct, G. Hinch, A. Kocher and J. V. Nolan, 2002. Effects of light intensity during rearing and beak trimming and dietary fiber sources on mortality, egg production, and performance of isa brown laying hens. *Journal-of-Applied-Poultry-Research* 11(1): 104-110.
- Hattum, M. v. and K. Lai Ho. 2006. Onderzoek daglicht, TU, Delft.
- Hemming, S., E. v. Os, W. J. d. Kogel, P. v. Deventer, G. L. Wieggers, E. d. Belder, J. Elderson, C. J. H. Booij and W. J. v. d. Brink. 2006. De invloed van de uv doorlatendheid van het kasdek materiaal op plaaginsecten en gewas : Additionele voordelen van energiebesparende kasdek materialen, Plant research international, Wageningen.
- Hemming, S. et al., 2004. Optimaal gebruik van natuurlijk licht in de glastuinbouw. 90-6754-767-0, Agrotechnology & Food Innovations, Wageningen.
- Hemming, S. en H. Stijger, 2007. Invloed van UV-straling in de kas. Onderzoek naar effecten van UV-straling op groei en bloei planten. *Onder glas* nr. 4: 58-59.
- Hogsette, J. A., H. R. Wilson and S. L. Semple-Rowland, 1997. Effects of white leghorn hens of constant exposure to ultraviolet light from insect traps. *Poultry-Science* 76(8): 1134-1137.
- Huber, H. U., 1987. Untersuchungen zum einfluss von tages- und kunstlicht auf das verhalten von hunhern, Technischen Hochschule, Zurich.
- Hughes, B. O. and A. J. Black, 1974. The effect of environmental factors on activity, selected behaviour patterns and "Fear" Of fowl in cages and pens. *British-Poultry-Science* 15(4): 375-380.
- Hughes, B. O. and I. J. H. Duncan, 1972. The influence of strain and environmental factors upon feather pecking and cannibalism in fowls. *British-Poultry-Science* 13(6): 525-547.
- ISA, 2007. General principles of the lighting programmes during laying period. p 2.
- Jarvis, J. R., N. R. Taylor, N. B. Prescott, I. Meeks and C. M. Wathes, 2002. Measuring and modelling the photopic flicker sensitivity of the chicken (*Gallus g. Domesticus*). *Vision Research* 42(1): 99-106.
- Jones, E. K. M., N. B. Prescott, P. Cook, R. P. White and C. M. Wathes, 2001. Ultraviolet light and mating behaviour in domestic broiler breeders. *British-Poultry-Science* 42(1): 23-32.
- KAT, 2008. Kat leitfaden für legebetriebe. Boden- und freilandhaltung und ökologische erzeugung. Oktober
- KAT2, 2008. Kat leitfaden legebetriebe „tierschutz geprüft“.Haltungsanforderungen für die vermarktung von eiern mit dem zeichen „tierschutz geprüft“. Juli
- Keppler, C., 2003. Das auftreten von federpicken kann vermieden werden. *DGS* (27): 19-24.
- King, D. E., 1961. Effects of increasing, decreasing and constant light treatment on growing pullets. *Poultry science* 40: 479-484.
- Kjaer, J. B. and P. Sorensen, 2002. Feather pecking and cannibalism in free-range laying hens as affected by genotype, dietary level of methionine+cystine, light intensity during rearing and age at first access to the range area. *Applied-Animal-Behaviour-Science* 76(1): 21-39.
- Kjaer, J. B. and K. S. Vestergaard, 1999. Development of feather pecking in relation to light intensity. *Applied-Animal-Behaviour-Science* 62(2/3): 243-254.
- Leeson, S., L. Caston and P. D. Lewis, 2005. Rearing and laying performance following various step-down lighting regimens in the rearing period. *Poultry-Science* 84(4): 626-632.
- Leeson, S. and P. D. Lewis, 2004. Changes in light intensity during the rearing period can influence egg production in domestic fowl. *British-Poultry-Science* 45(3): 316-319.
- Leeson, S. and J. D. Summers, 1980. Effect of early light treatment and diet self-selection on laying performance. *Poultry-Science* 59(1): 11-15.
- Leeson, S. and J. D. Summers, 1985. Response of growing leghorn pullets to long or increasing photoperiods. *Poultry-Science* 64(9): 1617-1622.
- Lewis, P. D., L. Caston and S. Leeson, 2007a. Rearing photoperiod and abrupt versus gradual photostimulation for egg-type pullets. *British-Poultry-Science* 48(3): 276-283.
- Lewis, P. D., W. Ghebremariam and R. M. Gous, 2007b. Illuminance and uv-a exposure during rearing affects egg production in broiler breeders transferred to open-sided adult housing. *British-Poultry-Science* 48(4): 424-429.
- Lewis, P. D. and T. R. Morris, 1998. Responses of domestic poultry to various light sources. *World's-Poultry-Science-Journal* 54(1): 7-25.
- Lewis, P. D. and T. R. Morris, 1999. Light intensity and performance of domestic pullets. *World's-Poultry-Science-Journal* 55(3): 241-250.
- Lewis, P. D. and T. R. Morris, 2000. Poultry and coloured light. *World's-Poultry-Science-Journal* 56(3): 189-207.

- Lewis, P. D. and T. R. Morris, 2005. Change in the effect of constant photoperiods on the rate of sexual maturation in modern genotypes of domestic pullet. *British-Poultry-Science* 46(5): 584-586.
- Lewis, P. D. and T. R. Morris. 2006. *Poultry lighting the theorie and practice*. Northcot, Hampshire Unied Kingdom. PP 168.
- Lewis, P. D., T. R. Morris and G. C. Perry, 1998. A model for the effect of constant photoperiods on the rate of sexual maturation in pullets. *British-Poultry-Science* 39(1): 147-151.
- Lewis, P. D. and G. C. Perry, 1989. Effect of a 6 h increase in photoperiod at 17 weeks of age on food intake, growth rate, carcass composition and age at sexual maturity. *British Poultry Science* 30: 966-967.
- Lewis, P. D. and G. C. Perry, 1994a. Factors that influence sexual maturation in the laying hen. *Veterinary-Annual*: 89-96.
- Lewis, P. D. and G. C. Perry, 1994b. Factors that influence sexual maturation in the laying hen. *The veterinary annual*: 89-95.
- Lewis, P. D., G. C. Perry and T. R. Morris, 1997. Effect of size and timing of photoperiod increase on age at first egg and subsequent performance of two breeds of laying hen. *British-Poultry-Science* 38(2): 142-150.
- Lewis, P. D., G. C. Perry and T. R. Morris, 2000. Ultraviolet radiation and laying pullets. *British-Poultry-Science* 41(2): 131-135.
- Lewis, P. D., P. J. Sharp, P. W. Wilson and S. Leeson, 2004. Changes in light intensity can influence age at sexual maturity in domestic pullets. *British-Poultry-Science* 45(1): 123-132.
- LNV, M., 2003. Besluit houdende regels voor de huisvesting en verzorging van legkippen (legkippenbesluit 2003) en nota van toelichting. 8 pp. www.minlnv.nl
- Maddocks, S. A., I. C. Cuthill, A. R. Goldsmith and C. M. Sherwin, 2001. Behavioural and physiological effects of absence of ultraviolet wavelengths for domestic chicks. *Animal-Behaviour* 62(5): 1013-1019.
- Manser, C. E., 1996. Effects of lighting on the welfare of domestic poultry: A review. *Animal-Welfare* 5(4): 341-360.
- Martin, G., 1989. Federpickhaufigkeit in abh angigkeit von draht- und einstreuboden sowie von der lichtintensitat.; influence of light intensity on feather pecking of hens on deep litter or wire floor. *KTBL-Schrift* (342): 108-133.
- Moinard, C. and C. M. Sherwin, 1999. Turkeys prefer fluorescent light with supplementary ultraviolet radiation. *Applied-Animal-Behaviour-Science* 64(4): 261-267.
- Morris, T. R., 1967. Lighting programs for growing and laying pullets. *Wlds-Poult,-Sci-J*: 326-335.
- Morris, T. R., 1994. Lighting for layers: What we know and what we need to know. *World'-s-Poultry-Science-Journal* 50(3): 283-287.
- Morris, T. R., 2004. Environmental control for layers. *World's Poultry Science Journal* 60(2): 163-175.
- Morris, T. R. and S. Fox, 1958. Light and sexual maturity in the domestic fowl. *Nature*:-: 1453-1454.
- Nuboer, J. F. W., M. A. J. M. Coemans and J. J. Vos, 1992a. Artificial lighting in poultry houses: Are photometric units appropriate for describing illumination intensities? *British-Poultry-Science* 33(1): 135-140.
- Nuboer, J. F. W., M. A. J. M. Coemans and J. J. Vos, 1992b. Artificial lighting in poultry houses: Do hens perceive the modulation of fluorescent lamps as flicker? *British-Poultry-Science* 33(1): 123-133.
- Prescott, N. B., J. R. Jarvis and C. M. Wathes. 2004. Vision in the laying hen. In: G. C. Perry (ed.) *Welfare of the laying hen. Papers from the 27th Poultry Science Symposium of the World's Poultry Science Association (UK Branch), Bristol, UK, July 2003*. CABI Publishing, Wallingford; UK.
- Prescott, N. B. and C. M. Wathes, 1999a. Reflective properties of domestic fowl (*gallus g. Domesticus*), the fabric of their housing and the characteristics of the light environment in environmentally controlled poultry houses. *British-Poultry-Science* 40(2): 185-193.
- Prescott, N. B. and C. M. Wathes, 1999b. Spectral sensitivity of the domestic fowl (*gallus g. Domesticus*). *British Poultry Science* 40(3): 332 - 339.
- Prescott, N. B. and C. M. Wathes, 2002. Preference and motivation of laying hens to eat under different illuminances and the effect of illuminance on eating behaviour. *British-Poultry-Science* 43(2): 190-195.
- PVE_L. 2008. Voorschriften IKB-ei legeindbedrijven. www.pve.nl Pluimvee & eieren. IKB-regelingen. IKB-ei
- Pyrzak, R., N. Snapir, G. Goodman, E. Arnon and M. Perek, 1986. The influence of light quality on initiation of egg laying by hens. *Poultry-Science* 65(1): 190-193.

- Pyrzak, R., N. Snapir, G. Goodman and M. Perek, 1987. The effect of light wavelength on the production and quality of eggs of the domestic hen. *Theriogenology*- 28(6): 947-960.
- Renema, R. A. and F. E. Robinson, 2001. Effects of light intensity from photostimulation in four strains of commercial egg layers: 1. Ovarian morphology and carcass parameters. *Poultry science* 80(8): 1112-1120.
- Renema, R. A., F. E. Robinson, J. J. R. Feddes, G. M. Fasenko and M. J. Zuidhof, 2001. Effects of light intensity from photostimulation in four strains of commercial egg layers: 2. Egg production parameters. *Poultry-Science* 80(8): 1121-1131.
- Roland, D. A., 1982. Relationship of body-checked eggs to photoperiod and breaking strength. *Poultry science* 61: 2338-2343.
- Saunders, J. E., J. R. Jarvis and C. M. Wathes, 2008. Calculating luminous flux and lighting levels for domesticated mammals and birds. *Animal*- 2(6): 921-932.
- SKAL. 2009. Informatieblad veehouderij. Januari, 39 pp. www.skal.nl
- Skoglund, W. C., D. H. Palmer, C. J. Wabeck and J. N. Verdaris, 1975. Light intensity required for maximum egg production in hens. *Poultry-Science* 54(5): 1375-1377.
- Staalduinen, J. v., 2008. Veel belangstelling voor ar glas, diffuus glas en nir-filters. *Geavanceerde kasdekmaterialen leiden naar betere lichtbenutting. Onder glas* (5): 10-11.
- Tanaka, T. and J. F. Hurnik, 1991. Behavioral responses of hens to simulated dawn and dusk periods. *Poultry-Science* 70(3): 483-488.
- Taylor, P. E., N. C. A. Coerse and M. Haskell, 2001. The effects of operant control over food and light on the behaviour of domestic hens. *Applied-Animal-Behaviour-Science* 71(4): 319-333.
- Taylor, P. E., G. B. Scott and P. Rose, 2003. The ability of domestic hens to jump between horizontal perches: Effects of light intensity and perch colour. *Applied-Animal-Behaviour-Science* 83(2): 99-108.
- Thiele, H. H., 2005. Management of modern layer hybrids. The importance of light for commercial hens. *Lohmann poultry news* (12): 1-3.
- Thiele, H. H. and R. Pottguter, 2008. Management recommendations for laying hens in deep litter, perchery and free range systems. *Lohmann Information* 43(1): 53-63.
- Titus, H. W. and R. B. Nestler, 1935. Effect of vitamin d on production and some properties of eggs. *Poultry-Sci*: 90-98.
- Tucker, S. A. and D. R. Charles, 1993. Light intensity, intermittent lighting and feeding regimen during rearing as affecting egg production and egg quality. *British-Poultry-Science* 34(2): 255-266.
- Van Krey, H. P. and W. D. J. Weaver, 1988. Effect of various supplemental light sources and light intensity on egg production by broiler breeder hens. *Archiv fuer Gefluegelkunde* 52(6): 221-226.
- Waaijenberg, D., 2006. Design, construction and maintenance of greenhouse structures. *Acta-Horticulturae* (710): 31-42.
- Widowski, T. M. and I. J. H. Duncan, 1996. Laying hens do not have a preference for high-frequency versus low-frequency compact fluorescent light sources. *Canadian-Journal-of-Animal-Science* 76(2): 177-181.
- Widowski, T. M., L. J. Keeling and I. J. H. Duncan, 1992. The preferences of hens for compact fluorescent over incandescent lighting. *Canadian-Journal-of-Animal-Science* 72(2): 203-211.
- Zimmerman, P. H., S. J. Pope, T. Guilford and C. J. Nicol, 2003. Navigational ability in the domestic fowl (*Gallus gallus domesticus*). *Applied-Animal-Behaviour-Science* 80(4): 327-336.

