

Samenvatting literatuurstudie Pluimvee.

Literatuurlijst is bijgevoegd

De invloed van licht op gedrag en welzijn van pluimvee.

Uit de literatuurstudie blijkt dat pluimvee een voorkeur heeft voor een hoge lichtintensiteit tijdens activiteit (eten, scharrelen etc.). In het onderzoek dat hiernaar gedaan is, was 200 lux de hoogste variant. Daglicht heeft echter nog een veel hogere intensiteit (gemiddeld 5000 lux). Het blijkt uit onderzoek dat bij vleeskuikenouderdieren het aantal paringen en de inspecteertijd die aan de paring vooraf gaat, bij UV-licht toeneemt ten opzichte van licht zonder UV. Verder zijn er indicaties dat de kippen die gehouden worden in UV-licht minder stress hebben en potentieel een beter welzijn dan kippen zonder UV-licht. Verder blijkt dat pluimvee daglicht ook gebruikt tijdens de oriëntatie op hun omgeving.

Relatie daglicht en gezondheid

In eerste instantie is voor deze literatuurstudie gezocht in onderzoeken die gericht zijn op pluimvee en vogels in bredere zin. Omdat er op het gebied van kunstlicht versus daglicht nog weinig onderzoek verricht is op het gebied van pluimvee, werd het onderzoek uitgebreid naar andere diersoorten en de mens. Vooral bij de mens zijn veel onderzoeken gedaan naar de heilzame werking van daglicht op de gezondheid en het welbevinden in het algemeen. Mensen die bijvoorbeeld leiden aan depressies of voorjaarsmoedheid worden vaak erg geholpen met daglicht en daglichtlampen die Uva en Uvb bevatten. Verder blijkt uit onderzoek dat mensen die voortdurend onder standaard kunstlicht werken, hogere gehalten aan stresshormoon in hun bloed hebben dan mensen die met daglicht of daglichtlampen werken die Uva en Uvb bevatten. Ook blijkt daglicht en goede daglichtlampen een positief effect te hebben op de productiviteit van mensen, dat het de tevredenheid over het werk bevordert en het ziekteverzuim vermindert. Medisch onderzoek heeft aangetoond dat voortdurend gebrek aan daglicht gezondheidsproblemen kan veroorzaken variërend van slaap en prestatie problemen tot depressies.

Pluimvee

Pluimvee is zeer visueel ingesteld: ze kunnen meer soorten licht onderscheiden dan mensen en nemen hogere lichtfrequenties waar als flikkeringen wanneer mensen dit als een continue lichtstroom zien. Pluimvee dat een buitenuitloop hebben, komt daar in elk geval in contact met daglicht, dat een veel uitgebreider spectrum heeft dan de typen kunstlicht die in de stal aanwezig zijn. Daarnaast moeten biologische pluimveestallen volgens de EU-regelgeving ruimschoots voorzien zijn van daglicht. In de Skal regels staat hierover het volgende: "Voor legkippen mag het daglicht met kunstlicht worden aangevuld tot een maximum van 16 uur licht per dag, met een ononderbroken nachtelijke rust-periode zonder kunstlicht van tenminste 8 uur" (www.skal.nl). Voor de opfok van jonge zijn geen regels met betrekking tot (dag)licht.

In de meeste pluimveestallen wordt daglicht aangevuld met kunstlicht, enerzijds om de hoeveelheid licht te vergroten, anderzijds om de dag te verlengen. Het is niet altijd mogelijk om kippen het hele jaar door de gehele dag daglicht te geven. Tijdens de opfok komt het lichtschema zeer nauw en in de zomer is de voorgeschreven daglengte voor opfokhennen een stuk korter dan de natuurlijke daglengte. Terwijl buiten de zon schijnt, zitten de opfokhennen binnen in het donker. Er zijn pluimveehouders die om deze reden alleen opfokken in een seizoen waarin het te hanteren lichtschema wèl overeenkomt met de natuurlijke daglengte. De vraag is wat het belang is van daglicht, in hoeverre hier met goede

daglichtlampen aan voldaan kan worden en wat de rol van daglichtlampen kan zijn in de opfok en tijdens de leg.

Voor onderstaande gegevens is er gebruik gemaakt van PraktijkRapport Rundvee 34 **Studie Biewinga en Winkel, 2003** en **Alterra rapport 778 Studie de Molenaar, 2003**.

Lux en lumen

Eenvoudig verwoord, de verlichting van de omgeving, dat wil zeggen de hoeveelheid licht gemeten op een plat vlak. Dit bepaalt of we onze omgeving kunnen zien en wat we daarin kunnen onderscheiden. De illuminantie wordt gemeten in lux (= lumen per m²).

Situatie	Verlichtingssterkte (lux)
Daglicht bij volle zon midden zomer	50.000-100.000
Daglicht bij betrokken hemel	1.000-10.000
Daglicht gemiddeld	5.000
Schemering	10

De invloed van daglicht op de mens en dier

Bij het leven van mens én natuur speelt licht een essentiële rol, licht is verantwoordelijk voor vele levensprocessen (**Studie Matze, 1996**). Bijna alle levende planten en dieren op deze aarde leven in ritmen. Belangrijke dierlijke activiteiten als bijvoorbeeld het ruien van het verenpak, het verharen van de vacht, groeien en met name het voortplanten, vinden plaats op het meest gunstige tijdstip. Het zijn deze ritmen die de dieren beschermen tegen voedseltekorten en zorgen voor de overleving van de soort. Deze afstemming van levensprocessen op het geschikte moment of seizoen vindt bij de meeste warmbloedige dieren plaats via het waarnemen van de daglengte. Het waarnemen van de daglengte en de veranderingen, kenmerkend voor een bepaald seizoen, prikkelt het hormoonsysteem en zet daarmee het dier aan tot lichamelijke activiteit (**Studie Biewinga en Winkel, 2003**).

Het derde oog

Bij gewervelde dieren met een dun schedeldak, van vissen tot vogels, gebeurt de waarneming van licht en donker door het zgn. pariëtale orgaan, een oogachtig orgaan vlak onder het schedeldak tussen beide hersenhelften boven de epifyse en daarmee verbonden via een zenuw. De epifyse reageert op de waarneming door dat 'derde oog' van duisternis met de afscheiding van het hormoon melatonine. Dit hormoon stuurt de hypofyse aan, die weer op zijn beurt de activiteit van hormoonklieren zoals de schildklier, bijnierschors en de geslachtsklieren aanstuurt. Melatonine speelt een sleutelrol bij de afstemming van de biologische klok met de buitenwereld (**Studie De Molenaar, 2003**).

Melatonine (slaaphormoon)

Melatonine, dit hormoon wordt ook wel het slaaphormoon genoemd, heeft een fundamentele betekenis voor al wat leeft. Dit blijkt o.a. uit het feit dat dit hormoon is aangetroffen in alle daarop tot nu toe onderzochte planten en dieren, zelfs in primitieve algen, en bij alle een herstelfunctie, vergelijkbaar met slaap, vervult of lijkt te vervullen (**studie De Molenaar, 2003**). Veel biologische functies zijn niet slechts afhankelijk van licht op zich, maar ook van licht van verschillende golflengtes en intensiteiten (compleet spectrum) (**studie Matze, 1996**). Bij de lichtintensiteit zoals die in de meeste kantoren te vinden is, gaat de melatonine (slaaphormoon) productie dóór omdat het kunstlicht geen volspectrum daglichtkleur zijn en geen Uva en Uvb bevatten. Een te hoge intensiteit standaard kunstlicht veroorzaakt een

toename van de uitscheiding van ACTH¹ en cortisol (stress-hormoon) binnen de variatie die er binnen de seizoenen al is.

Vorming van vitamine D3

Naast dat de lichtduur voor mens en dier van belang is, speelt daglicht ook een belangrijke rol in andere levensprocessen. Zo wordt bij de mens in de huid onder invloed van daglicht (UV-B licht) 7-dehydrocholesterol gevormd. Dit is nodig voor de vorming van vitamine D3, dat essentieel is voor de absorptie van calcium en fosfor vanuit de darm (**Studie Matze, 1996**). In een natuurlijk dieet voor vogels is vitamine D3 nooit in voldoende mate aanwezig. Echter vogels kunnen, net als de mens de voorloper van vitamine D3 (7-dehydrocholesterol) aanmaken wanneer ze blootgesteld worden aan zonlicht. Elf minuten direct zonlicht per dag schijnt hiervoor voldoende te zijn. Wanneer de dieren geen toegang hebben tot daglicht moet vitamine D3 aan het voer worden toegevoegd om de opname van calcium en fosfor uit het voer mogelijk te maken (anonymus, 2004a) en moet er gebruik gemaakt worden van volspectrum daglichtlampen die Uva en Uvb bevatten.

Onderstaande gegevens zijn onttrokken aan **Studie Prescott, 1999 en Studie Jones, e.a., 2001**.

Vogels zien licht bij andere golflengtes dan mensen. Zo kunnen vogels ook licht zien met een langere golflengte (infrarood licht) en ook licht met een kortere golflengte, het zogenaamde ultraviolet (UV) licht

Hoe neemt pluimvee licht waar?

Pluimvee ziet licht anders dan mensen. Niet alleen kunnen ze elektromagnetische golven waarnemen die wij niet kunnen zien, ook kan een vogel tot wel 250 beelden per seconde verwerken, terwijl de dat bij mens ophoudt bij 30 beelden per seconde (**studie Thiele, 2004**). Uit onderzoek blijkt dat licht afkomstig van laagfrequent armaturen (tot 100 Hz) door de kippen als flikkerlicht wordt ervaren. De onderzoekers pleiten voor vervolg onderzoek naar het gedrag en de productie van kippen in pluimveestallen die verlicht worden met hoog- en laag frequentie fluorescerende lampen (**studie Nuboer et al, 1992**).

In de praktijk wordt vaak gebruik gemaakt PLE energiezuinige lampen en ook deze hebben een frequentie van 50 tot 60 Hz .

Lichtkleur

Doordat pluimvee 4 typen kegeltjes² in het netvlies van het oog heeft en de mens maar drie typen, ziet pluimvee waarschijnlijk kleur anders dan de mens. Het lijkt er op dat pluimvee licht van verschillende lampsoorten als een andere intensiteit waarneemt de mens, omdat pluimvee gevoeliger is voor de blauwe en rode delen van het

kleurenspectrum (figuur 1). Hoewel in de meeste experimenten kleureffect is verstrengeld met lichtsterkte, blijkt dat golflengte ongetwijfeld een effect heeft op productie en gedrag van pluimvee (**studie Lewis and Morris, 2000**).

Bij kalkoenen en kippen is de groei bij rood licht minder goed dan bij groen of blauw licht. Dit kan komen doordat vogels bij rood licht actiever en agressiever zijn dan vogels bij licht met een kortere golflengte. Aan de andere kant zorgt een

gemakkelijker doordringen van lange golven in de hypothalamus³ ervoor dat rood licht meer een seksuele stimulans geeft dan groen of blauw licht. De hoeveelheid geproduceerde eieren blijkt echter minimaal beïnvloed te worden door de golflengte van het licht.

Gebruik Hoogfrequent armaturen

Pluimvee is gevoeliger voor flikkeringen dan mensen

In een proef (**studie Taylor, 2002**) werden 13 ISA Brown hennen getraind om tussen twee knopjes te kiezen. De één met een flikkerend lampje de ander met een constante lamp. De conclusie was dat kippen gevoeliger zijn dan de mens voor flikkerend licht. Dus als de verzorger een flikker ziet in de lamp kan de kip het zeker ook zien en dit kan stress en ongemak veroorzaken. Daarom worden hoogfrequent armaturen aangeraden bij pluimvee.

Lichtintensiteit

Het visuele systeem van pluimvee is in een omgeving met natuurlijk licht ontstaan. Deze omgeving verschilt in vele opzichten van het kunstlicht in pluimveestallen. De huidige verlichtingssystemen zijn voornamelijk ontworpen rond menselijke zicht en productie waarbij het zicht van de kip en de functionele ontwikkeling van gezichtsmogelijkheden tijdens de opfok uit het oog verloren zijn (**studie Prescott, 1999**).

Een (te) lage lichtintensiteit in de stal is om de volgende redenen ongewenst (**studie Davis et al., 1999**):

- - Het is moeilijk dan wel onmogelijk om bij een lage lichtintensiteit alle dieren te bekijken of te inspecteren.
- - Lage lichtintensiteit kan een mate van gevoeligheid voor licht verminderen waardoor de voeropname afneemt.
- - Lage lichtintensiteit kan een invloed hebben op de functionele ontwikkeling van het oog.
- - Sterfte, pootproblemen en gekneusde karkassen komen in hogere mate voor bij gedempt licht.
- In de praktijk wordt soms geadviseerd om de stal te verduisteren wanneer er sprake is van verenpikken. Dit lijkt echter meer een vorm van symptoombestrijding, dan een daadwerkelijke oplossing van het probleem. Verenpikken hangt namelijk samen met stress en die wordt niet weggenomen, de dieren worden hooguit wat inactiever. Vaak raken de dieren op den duur gewend aan de lagere lichtintensiteit en pikken dan alsnog. Uit proeven blijkt dat kippen voor bepaalde activiteiten, met name eten en scharrelen, grote voorkeur hebben voor een hoge lichtintensiteit met daglicht.

Voorkeur voor helder licht

Wanneer leg- en vleeskuikens (6 weken oud) kunnen kiezen tussen ruimtes waarbinnen respectievelijk een lichtsterkte heerst van 6, 20, 60 en 200 lux, kiezen ze voor een hoge lichtintensiteit (200 lux) om te eten, te drinken en te bewegen en voor een lage lichtintensiteit (6 lux) om te rusten (**studie Davis et al, 1999**). Op 6 week leeftijd is er ook al een patroon te ontdekken in het gedrag van de dieren: tussen 23:00 uur en 10:00 uur zaten de meeste dieren bij 6 lux te rusten. Uit dit onderzoek, maar ook uit andere in dit artikel aangehaalde onderzoeken blijkt er een relatie te bestaan tussen lichtsterkte en activiteit van de dieren. Bij een hogere lichtintensiteit zijn de dieren actiever en eten en drinken ze meer (**studie Davis et al, 1999**). Verder blijkt uit onderzoek dat de kuikens veel moeite willen doen om bij een hoge lichtsterkte (te kunnen eten (**studie Prescott, 1999**)). Uit een onderzoek met leghennen bleek dat ook deze een grote voorkeur hebben om bij helder licht te eten

(studie Prescott and Wathes, 2002). Verder lieten de hennen in dit onderzoek zien, dat ze erg gemotiveerd waren om bij helder licht te eten en er twee tot drie keer zo hard voor willen werken dan voor eten bij zwak licht.

Lichtintensiteit in opfok en verenpikken

In een onderzoek is gekeken naar het verenpik gedrag in relatie tot de lichtintensiteit in de stal gedurende zowel de opfok als de legperiode (studie Kjaer and Vestergaard, 1999). Hierbij werd een lichtintensiteit van 3 lux vergeleken met 30 lux. Hieruit blijkt dat bij een lage lichtintensiteit meer wordt verengepikt, dan bij een hogere lichtintensiteit. Het zogenaamde zacht verenpikken, wat niet schadelijk is, komt bij deze lage lichtintensiteit relatief meer voor dan bij de hogere lichtintensiteit. De effecten van lichtsterkte tijdens de opfok op verenpik gedrag verdwijnen gedurende de leg. In dit onderzoek is een lichtsterkte van 3 lux vergeleken met 30 lux. Echter 30 lux is nog steeds erg donker (vergelijk tabel 1, leeslicht 400 lux). Het is jammer dat in dit onderzoek niet met meer licht is gedaan.

Lichtkleur (golflengte)

Lichtkleur en lichtintensiteit hebben invloed op de activiteit van de dieren en de verdeling van dieren over de stal (studie Rodenburg et al, 2003). Bij groen licht groeien vleeskuikens sneller. Bij rood en wit licht zijn de dieren actiever. Dit leidt tot minder pootproblemen. Verder is gekeken naar het paringsgedrag van kippen bij een onderdeel van het ultraviolette licht, het Uva licht. Dit licht kunnen mensen niet zien, vogels echter wel. In kunstlicht komt deze straling nagenoeg niet voor. Verder neemt ook de tijd die hennen besteden aan het bestuderen van de hanen toe. Deze zogenaamde inspectietijd is waarschijnlijk gerelateerd aan de partnerkeuze en deze wordt dus beïnvloed door de aanwezigheid van Uva straling in het licht (Prescott, 1999). Een ander onderzoek concludeert dat Uva licht duidelijk betrokken is bij de overdracht van seksuele signalen of communicatie en dat het gevolgen kan hebben voor het welzijn en de productie van vleeskuikenouderdieren (studie Jones, 2001).

Studie Maddocks e.a., 2001

Kippen die gehouden worden zonder UV-licht hebben significant hogere basaal plasma corticosteron (stress hormoon) concentraties en zijn geneigd minder te exploreren dan kippen die onder volledig spectrum licht worden gehouden. Kippen die gehouden worden in volledig spectrum licht hebben andere aantallen corticosteron in hun bloed als reactie op stress dan kippen die zonder UV opgefokt waren. Hieruit blijkt dat ze beter met stress situaties om weten te gaan en hier beter op reageren dan kippen die zonder UV-licht worden gehouden. In een vervolg onderzoek werd gekeken of de afwezigheid van UV golflengtes ook op lange termijn effect heeft op kippen die opgefokt werden bij volledig spectrum en licht zonder UV. Hieruit bleek dat volledig spectrum verlichting samen met regulier menselijk contact het stress niveau vermindert en daarmee het potentieel welzijn verbetert.

Uit de literatuurstudie blijkt dat kippen een voorkeur hebben voor een hoge lichtintensiteit tijdens activiteit (eten, scharrelen etc.).

Het blijkt dat UV-licht het voortplantingsgedrag beïnvloedt. Verder zijn er indicaties dat de kippen die gehouden worden in UV- licht minder stress hebben en potentieel een beter welzijn dan kippen zonder UV-licht.

Effect van licht op levensprocessen

De Amerikaanse onderzoeker John Ott heeft veel onderzoek gedaan naar de verschillen in het effect van kunstlicht en dat van daglicht op levensprocessen. Hij vergeleek de effecten van de zogenaamde Ott-daglichtlamp (in Europa bekend als True-Light), met die van ander ('gewoon') TL-licht.. Volgens het onderzoek van John

Ott leggen kippen langer, blijven ze gezonder (geen kippengriep) en vertonen ze geen kannibalisme bij een daglichtlamp. Bovendien zouden de eieren 20-40% minder cholesterol bevatten dan wanneer de kippen bij gewoon TL-licht worden gehouden.

Kunstlichtveroorzaakt stress bij de mens

Bij de mens is een onderzoek gedaan naar de invloed van kunstlicht op gezonde personen. Hierbij is kunstlicht met een hoge lichtsterkte (3500 en 3200 lux) met een aanzienlijk verschillend spectrum dan daglicht vergeleken met kunstlicht met een minimaal verschillend spectrum dan daglicht (**studie Hollwich and Dieckhues, 1980**). De personen uit de eerste groep hadden op stress lijkende niveaus van ACTH en cortisol in hun bloed. Deze resultaten verklaren aldus de auteurs het verstoorde mentale en fysische gedrag van kinderen die de hele dag in school zijn, verlicht met kunstlicht met een sterk spectrum verschil met daglicht. Dus, om mentale en fysische veranderingen te voorkomen moet het spectrum van kunstlicht grotendeels overeenkomen met dat van daglicht.

Conclusies

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

Literatuurlijst :

- Anonimus, 2004b, www.naturalite.nl
- Beek, G van, 2005, mondelinge mededeling directeur elektronisch bureau van Beek te Voorthuizen.
- Begemann, S.H.A., G.J. van den Beld and A.D. Tenner, 1997, Daylight, artificial light and people in an office environment, overview of visual and biological responses. International Journal of Industrial Ergonomics Volume 20, Issue 3, September 1997, pp. 231-239.
 - Biewenga, G., A. Winkel, 2003, Licht nader belicht; effect van licht op dierprestaties en gedrag van melkvee. PraktijkRapport Rundvee 34, Augustus 2003.
 - Brake, J., J.D. Garlich, G.R. Baughman, 1989, Effects of lighting program during the growing period and dietary fat during the laying period on broiler breeder performance. Poultry Science 1989 Sept; 68(9): 1185-1192.
 - Christopher J.L., A. Trube, G.M. shea and D.R. Fraser, 2001, The requirement for natural sunlight to prevent vitamin D deficiency in inguanian lizards. Journal of Zoo and Wildlife Medicine 32(3) 342-348.

- 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* 1999, 8: 193-203.
- Denbow, D.M., A.T. Leighton and R.M. Hulet, 1990, Effect of light sources and light intensity on growth performance and behaviour of female turkeys. *British Poultry Science* 1990 Sept; 31 (3): 439-445.
- Felts, J.V., A.T. Leighton Jr, D.M. Denbow, R.M. Hulet, 1992, Effects of light sources and the presence or absence of males on reproduction of female breeder turkeys. *Poultry Science* 1992Nov; 71 (11): 1817-1822.
- Felts, J.V., A.T. Leighton Jr, D.M. Denbow and R.M. Hulet, 1990, Influence of light sources and reproduction of large white turkeys.
- Figueiro, M.G., M.S. Rea, A.C. Rea, 2004, Daylight and productivity – a positive link to circadian regulation. Renselaer Polytechnic Institute, USA.
- Hollwich, F. and B. Dieckhues, 1980, The effect of natural and artificial light via the eye on the hormonal and metabolic balance of animal and man. *Ophthalmologica*. 1980; 180(4): 188-197.
- Hulet, R.M., D.M. Denbow, A.T. Leighton Jr, 1992, The effect of light source and intensity on turkey egg production. *Poultry Science* 1992 Aug; 71 (8): 1277-1282
- Jones, E.K.M., N.B. Prescott, P. Cook, R.P. White and C.M. Wathes, Ultraviolet light and mating behaviour in domestic broiler breeders. *British Poultry Science* (2001) 42: 23-32.
- Kjaer, J.B. and K.S. Vestergaard, 1999, Development of feather pecking in relation to light intensity. *Applied animal behaviour science* 62 (1999) 243-254.
- Leighton, A.T., R.M. Hulet and D.M. Denbow, 1989, Effect of light sources and light intensity on growth performance and behavior of male turkeys. *British Poultry Science* 1989 Sept; 30 (3): 563-574.
- Leslie, R.P., 2003, Capturing the daylight divided in buildings: why and how? *Building and environment* Volume 38, Issue 2 February 2003, 381-385.
- Lewis, P.D. and T.R. Morris, 1998, Responses of domestic poultry to various light sources, *World's Poultry Science Journal*, Vol. 54, March 1998 pp. 7-25.
- De invloed van daglicht op de gezondheid van mens en dier Goaitske Iepema , juli 2005
- Lewis, P.D. and T.R. Morris, 2000, Poultry and coloured light. *World's Poultry Science Journal*, Vol. 56, September 2000 pp. 189-207.
- 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*, 2001, 62, 1013-1019.
- Manser, C.E., 1996, Effects of lighting on the welfare of domestic poultry: a review. *Animal Welfare* 1996, 5: 341-360.
- Matter, F., and H. Oester, 1995, Einfluss verschiedener Lichtprogramme auf Kondition und Verhalten von Masthühnern. *Schweiz Arch Tierheilkd*. 1995; 137(4):141-148.
- Matze, M., 1996, Licht & Gezondheid. Een probleemverkennde studie. Louis Bolk instituut Driebergen. 25 blz.; 19 ref.
- Meyer, H. and M. de Vrij, 2005, Free range outside, or not? A spiritual point of view. *Proceedings of the workshop 'Should hens be kept outside?'* Nijmegen, april 2005.
- Molenaar, J.G. de, 2003, Lichtbelasting. Overzicht van de effecten op mens en dier. Wageningen, Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte. Alterra-rapport 778. 72 blz.; 52 ref.
- Nuboer, J.F.W., M.A.J.M. Coemans and J.J. Vos, 1992, Artificial lighting in poultry houses: do hens perceive the modulation of fluorescent lamps as flicker? *British Poultry Science* (1992) 33: 123-133.
- Prescott, N.B., C.M. Wathes and J.R. Jarvis, 2003, Light, vision and the welfare of poultry. *Animal Welfare* 2003, 12: 269-288.
- Prescott, N.B. and C.M. Wathes, 2002, Preferences and motivation of laying hens to eat under different illuminances and the effect of illuminance on eating behaviour. *British Poultry Science* (2002) 43: 190-195.
- Prescott, N., 1999, Lighting Poultry houses: Part II The Behaviour of birds incorporated into novel lighting systems. *World Poultry* volume 15. No 6. '99: 24-25.
- Prescott, N.B. and C.M. Wathes, 1999b, Spectral sensitivity of the domestic fowl (*Gallus g. domesticus*). *British Poultry Science* (1999) 40: 332-339.
- Riedstra, B. and T.G.G. Groothuis, 2004, Prenatal light exposure affects early feather pecking behaviour in the domestic chick. *Animal Behaviour* (2004) 67:6 1037-1042.
- Rodenburg, T.B., J. van Harn en J.H. van Middelkoop, 2003, Effect van verlichting op welzijn van vleeskuikens. Een kleurrijk bestaan. *Pluimveehouderij* 33^e jaargang 22 november 2003.
- Rozenboim, I., B. Robonzon and A. Rosenstrauch, 1999, Effect of light source and regimen on growing broilers. *British Poultry Science* 1999, Sept; 40 (4): 452-457.
- Taylor, N.R., N.B. Prescott, J.R. Jarvis and C.M. Wathes, 2002, Can domestic fowl detect the flicker of fluorescent lights? *British Poultry Science* 2002 Dec; 43 (5): S13-S14.

- Thiele, H.H., 2004, Waarom licht zo belangrijk is voor onze leghennen. Lohmann poultry news. No. 9 - 12/2004. 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 (2003) 327-336.
- Zimmerman, N.G., 1988, Broiler performance when reared under various light sources. Poultry Science 1988 Jan;67 (1): 43-51.