

Wageningen UR Livestock Research

Partner in livestock innovations



Rapport 631

Eerste inventarisatie van de effecten van licht
op het welzijn van (gezelschaps)dieren

Augustus 2012



LIVESTOCK RESEARCH

WAGENINGEN UR



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, 2012

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 gedeponeerd bij de Arrondissementsrechtbank Zwolle.

Abstract

This report gives a preliminary inventory of the effects of light on the welfare of (companion) animals.

Keywords

Light, illumination, photoperiod, welfare, pets, domestic animals

Referaat

ISSN 1570 – 8616

Auteur(s)

Bracke, M.B.M.,
Wolthuis-Fillerup, M.

Titel

Eerste inventarisatie van de effecten van licht op het welzijn van (gezelschaps)dieren

Rapport 631

Samenvatting

Dit rapport geeft een eerste inventarisatie naar de effecten van licht op het welzijn van (gezelschaps)dieren.

Trefwoorden

Licht, verlichting, fotoperiode, welzijn, gezelschapsdieren, gedomesticeerde dieren

Rapport 631

Eerste inventarisatie van de effecten van licht op het welzijn van (gezelschaps)dieren

Bracke, M.B.M.

Wolthuis-Fillerup, M.

Augustus 2012

Dit onderzoek werd gefinancierd door EL&I. Projectnummer: BO-08-001-226

Voorwoord

De nieuwe wettelijke regels over het welzijn van gezelschapsdieren hebben twee belangrijke wijzigingen: Ten eerste gelden de nieuwe regels voor alle gezelschapsdieren, in plaats van voor de selecte groep van honden en katten. Ten tweede zijn middelvoorschriften (zoals het feit dat honden toegang tot daglicht moeten hebben) vervangen door een algemeen doelvoorschrift, namelijk dat de voorzieningen ten aanzien van licht in overeenstemming moeten zijn met de ethologische en fysiologische behoeften van de dieren. Vanuit het oogpunt van dierenwelzijn ontstond daarbij de behoefte bij het Ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie (EL&I) aan een wetenschappelijke onderbouwing van de effecten van licht op het welzijn van gehouden dieren in het algemeen, en van gezelschapsdieren in het bijzonder. Immers, zonder een meer specifieke invulling van het doelvoorschrift kan de onduidelijkheid voor ondernemers toenemen en is het mogelijk dat de nieuwe regels zullen leiden tot een ogenschijnlijk verminderde bescherming van het dierenwelzijn.

Het huidige rapport omvat slechts de eerste fase van een diepgaander onderzoek naar de welzijnseffecten van licht. Het huidige rapport maakt duidelijk dat er op basis van beschikbare wetenschappelijke kennis waarschijnlijk het nodige te onderbouwen is over de condities waaronder ook een uiteenlopende reeks van gezelschapsdieren het beste gehouden worden. Nadere uitwerking voor specifieke diersoorten valt echter buiten het bestek van deze opdracht.

Marc Bracke

Samenvatting

Er is een eerste verkenning uitgevoerd naar de effecten van licht op het dierenwelzijn in het algemeen, en op gezelschapsdieren in het bijzonder. Aanleiding is het ontwerp Besluit Gezelschapsdieren waarin het algemene doelvoorschrift is opgenomen dat het licht moet voldoen aan de ethologische en fysiologische behoeften van de dieren. Dit voorschrift vervangt eerdere regels, bijvoorbeeld dat honden en katten toegang tot daglicht moeten hebben. Om het nieuwe doelvoorschrift te kunnen handhaven in de praktijk is informatie nodig over de wijze waarop licht van invloed kan zijn op dierenwelzijn.

Er zijn verschillende zoekopdrachten uitgevoerd in wetenschappelijke databases (vooral Web of Science), en er is een eerste verkenning gemaakt van lopende projecten over de effecten van licht op dieren. In totaal zijn 2196 publicaties verzameld in een Endnote database. Hiervan waren er 516 potentieel relevant. Van deze 516 publicaties waren er 32 'minst relevant' en 73 'meest relevant' op een 4 puntsschaal. Alle potentieel relevante publicaties zijn gescreend op diersoort en onderwerp. Er zijn relatief veel publicaties over effecten van dag-nacht ritmen gevonden, ongeveer drie keer zoveel als over lichtintensiteit of over kleur/golflengte. Er zijn weinig publicaties waarin specifiek gezelschapsdieren (bijv. honden of katten) zijn onderzocht. Veel meer publicaties zijn gevonden over laboratoriumdieren (met name ratten, muizen en hamsters). Ook van landbouwhuisdieren (vooral pluimvee) is het nodige bekend over de invloed van licht op dierenwelzijn. Effecten van licht op dierenwelzijn zijn divers en nog wel eens meer ingrijpend dan in het verleden werd aangenomen. In het algemeen kan gesteld worden dat dieren zijn aangepast aan natuurlijke lichtcondities, en dat afwijkingen daarvan verhoogde risico's met zich meebrengen voor een verstoord dierenwelzijn. Daarbij kan gedacht worden aan bijvoorbeeld verstoorde nachtrust, depressie, hormonale invloeden en verminderde gezondheid (bijv. afwijkingen aan ogen, huid of skelet).

Verdere analyse van de beschikbare kennisbasis zal de invloeden van de verschillende aspecten van licht op het welzijn van gezelschapsdieren verder kunnen specificeren. Daartoe moet de verzamelde literatuur nog wel verder aangevuld en geanalyseerd worden. Vervolgonderzoek volgens de lijnen van het semantisch modelleren wordt aanbevolen als een eerstvolgende stap om de regelgeving meer handen en voeten te geven, en eventueel op termijn te uniformeren over diersoorten heen.

Summary

A first review has been conducted concerning the effects of light on animal welfare in general, and on pet animals in particular. A legislation initiative on pet animals in The Netherlands (het ontwerp Besluit Gezelschapsdieren) contains a general goal prescription that light should be provided that meets the ethological and physiological needs of the animals. This prescription replaces previous means prescriptions, such as the rule that dogs and cats should have access to daylight. In order to apply the new goal prescription in practice information is needed about the way light may affect animal welfare.

Several searches have been conducted in scientific databases (especially Web of Science) and a first screening has been done on current projects about the effects of light on animals. In total 2196 publications have been collected in an Endnote database. 516 Of these were potentially relevant. Of these 516 publications 32 were 'least relevant' and 73 were 'most relevant' on a 4 point scale. All potentially relevant publications have been screened on species and subject. Relatively many publications concerned the effects of day-night rhythms, about three times as much as about light intensity and colour/wavelength. Few publications concerned pet animals specifically (e.g. dogs or cats). Many more publications were found about laboratory animals (especially rats, mice and hamsters). Also a considerable amount of information is available about the effects of light on the welfare of farm animals (especially poultry). Effects of light on animal welfare are diverse and regularly more important than was acknowledged in the past. In general animals are adapted to natural lighting conditions, and deviations from these conditions impose enhanced welfare risks. This may concern, for example, disturbed rest at night, depression, hormonal effects and reduced health (e.g. abnormalities of eyes, skin and skeleton).

Further analysis of the available knowledgebase will allow more detailed specification of how various aspects of light affect the welfare of pet animals. To this end the collected literature should be supplemented and analysed in more detail.. Further research along the lines of semantic modelling is recommended as a first next step to implement regulations, and to eventually make regulations more uniform across species.

Inhoudsopgave

Voorwoord

Samenvatting

Summary

1	Inleiding	1
1.1	Achtergrond wetgeving en beleid	1
1.2	Omvang van de sector 'Gezelschapsdieren'	1
1.3	Doelstelling	3
2	Methode	4
3	Resultaten	5
4	Discussie	7
4.1	Methode	7
4.2	Bespreking van de geformuleerde onderzoeksvragen	9
4.3	Vervolgonderzoek	10
5	Conclusies en aanbevelingen	12
6	Literatuurlijst	13
7	Bijlage: Wettelijke regels t.a.v. licht bij (huis-)dieren	34
8	Bijlage: Licht en dierenwelzijn	37
9	Bijlage: Projecten en contactpersonen	40
9.1	Gezelschapsdieren:	40
9.2	Wilde dieren	40
9.3	Landbouwhuisdieren	41
9.4	Aquacultuur	41
10	Bijlage: Gezelschapsdieren	42
10.1	Gezelschapsdieren algemeen	42
10.2	Reguliere gezelschapsdieren	42
10.2.1	Honden	42
10.2.2	Katten	42
10.2.3	Hamsters (inclusief Syrische, Siberische en Europese hamsters)	42
10.2.4	Konijnen	42
10.2.5	Cavia's	42
10.2.6	Paarden	42
10.3	Minder reguliere gezelschapsdieren behorende tot de zoogdieren	42
10.3.1	Ratten	42
10.3.2	Muizen	43
10.3.3	Gerbils	43
10.3.4	Overige exoten die tot de zoogdieren behoren (zoals roofdieren, edelherten en apen)	43
10.4	Overige "exoten" (van 'laag' naar 'hoog')	43
10.4.1	Insecten en andere ongewervelden (zoals slakken)	43
10.4.2	Vissen en andere organismen die in het water leven	44

10.4.3	Amfibieën.....	44
10.4.4	Reptielen.....	44
10.4.5	Vogels.....	44
11	Bijlage: Andere groepen (huis-)dieren	46
11.1	Landbouwhuisdieren	46
11.1.1	Rundvee	46
11.1.2	Pluimvee	46
11.1.3	Varkens.....	46
11.1.4	Schape en geiten.....	47
11.1.5	Aquacultuur.....	47
11.2	Proefdieren	48
11.3	Mensen.....	48

1 Inleiding

1.1 Achtergrond wetgeving en beleid

In de nieuwe Wet Dieren is opgenomen dat regels kunnen worden opgesteld ten aanzien van verlichting. Het Ontwerp Besluit Gezelschapsdieren stelt dat de ruimte waarin het dier wordt gehouden is aangepast aan de fysiologische en ethologische behoeften van het dier. Als voorbeelden zijn daarbij genoemd het reguleren van het dag- en nachtritme, het zorgen voor voldoende daglicht voor dieren die overdag actief zijn, en het voorkomen van stress door bijvoorbeeld neonreclames.

Het Besluit Gezelschapsdieren moet (anno Augustus 2012) nog door de Tweede Kamer behandeld worden. Dit besluit gaat het Honden- en Kattenbesluit vervangen. Daarin stond dat honden en katten ook in een binnenverblijf daglicht moeten krijgen. Vanaf 1 maart 2012 geldt deze regel ook voor inrichtingen van hondenfokkers en –handelaren die voorheen hiervan waren vrijgesteld op grond van de overgangsbepalingen. In het nieuwe Besluit is dit middelvoorschrift vervangen door het doelvoorschrift middels de formulering dat licht in overeenstemming moet zijn met de ethologische en fysiologische behoeften van de dieren. Om dit voorschrift ten behoeve van het daadwerkelijk realiseren van een adequaat niveau van dierenwelzijn te effectueren is een inventarisatie van de bestaande wetenschappelijke kennis noodzakelijk.

Voor verschillende landbouwhuisdieren, zoals leghennen, vleeskuikens, varkens en kalveren, zijn wettelijke regels opgesteld voor het verstrekken of onthouden van licht, veelal op basis van een inventarisatie van de wetenschappelijke literatuur zoals beschreven in overzichtsrapportages die zijn uitgevoerd ten behoeve van de Europese Commissie. Deze kennis en de daarop gestoelde regelgeving kan daarom ook relevant zijn voor het beoordelen van het belang van licht voor gezelschapsdieren.

Door Wageningen Livestock Research is de methode van het semantisch modelleren ontwikkeld waarmee wetenschappelijk bekende effecten op dierenwelzijn op een integrale wijze kunnen worden ingeschat. Wellicht biedt deze methode ook aanknopingspunten voor de huidige vraagstelling, i.e. wat zijn de effecten van (verschillende soorten en hoeveelheden) licht op het welzijn van dieren, voor zover relevant ten behoeve van de handhaving van het Besluit Gezelschapsdieren.

1.2 Omvang van de sector 'Gezelschapsdieren'

Onderzoekers van Wageningen Livestock Research (Leenstra et al., 2010) rapporteerden de volgende aantallen gezelschapsdieren in Nederland op basis van onderzoek van TNS/NIPO en CBS:

[Begin van het citaat]

"Uit een enquête van TNS/NIPO (2009) onder een representatieve steekproef van Nederlandse gezinnen en het aantal huishoudens in Nederland volgens het CBS (7,24 miljoen) is een schatting gemaakt van aantallen gezelschapsdieren en aantallen dierhouders in Nederland. Meer dan de helft (54%) van de Nederlandse huishoudens heeft gezelschapsdieren. Van de gezinnen met kinderen heeft zelfs 73% gezelschapsdieren. Voor de grootste diersoorten/-groepen is het geschatte aantal gehouden dieren en het aantal dierhouders als volgt verdeeld, waarbij nogal wat dierhouders meer diersoorten hebben:

Diersoort of groep	Geschat aantal dieren in Nederland (x 1000)	Aantal dierhouders (x 1000)
Katten	3.224	1.842
Honden	1.824	1.448
Aquariumvissen	6.837	645
Zang- en siervogels	2.394	584
Vijvervissen	9.947	570
Konijnen	964	492
Diverse knaagdieren	864	432
Kippen, eenden, ganzen	1.064	191
Reptielen	269	85
Duiven	963	39
Andere huisdieren	Niet bepaald	89
Totaal huisdieren	28.000	3.910

Het aantal van 28 miljoen huisdieren is waarschijnlijk een onderschatting, omdat van de groep 'andere huisdieren' geen aantallen bekend zijn. Het is bijvoorbeeld niet bekend of amfibieën geteld zijn bij reptielen of bij de groep 'andere huisdieren'.
[Einde van het citaat]

De samenvatting van een rapport van de hogeschool HAS Den Bosch (Bosch, 2011) geeft de volgende cijfers:

[Begin van het citaat]

In Nederland neemt het aantal gezelschapsdieren de laatste jaren af, waarschijnlijk door de economische situatie en de verdere verstedelijking van Nederland. De huisdieren betreffen vooral de katten (2,9 miljoen), honden (1,5 miljoen), zang- en siervogels (2 miljoen) en aquariumvissen (6,6 miljoen). Het percentage gezinnen met een huisdier (59%) is echter met 4% gestegen. Het gemiddeld aantal huisdieren per huishouden is gedaald. Het aantal honden met stamboom bedraagt 37% van de totale populatie. Voor katten bedraagt dit aandeel 3% van het totaal aantal katten. Ze worden gefokt door zo'n 8.000 honden- en 5.100 kattenfokkers.

...

Het internet is inmiddels een belangrijk medium voor de handel in dieren. Onderzoek in 2006 liet zien dat hier in een periode van twee weken 86.000 dieren aangeboden werden met een economische waarde van negen miljoen euro. Circa 150 groothandelbedrijven en 2.336 detailhandelsbedrijven zijn actief op het gebied van verkoop van dieren en dierbenodigdheden. De supermarkt neemt een steeds belangrijkere plaats in bij de aankoop van diervoeding en benodigdheden met een gestegen marktaandeel van 41% naar 50%.

...

Voor verschillende diersoorten worden jaarlijks vele honderden wedstrijden, tentoonstellingen, beurzen en kampioenschappen georganiseerd. Het aantal dierenartsen voor gezelschapsdieren (1688) is vergeleken met 2006 met 16% gestegen. Het aantal dieren waarvoor een speciale dierenverzekering is afgesloten stijgt jaarlijks en bedraagt momenteel circa 180.000.

...

Een huishouden geeft jaarlijks gemiddeld € 270 uit aan voeding en verzorging voor gezelschapsdieren. In totaal wordt in Nederland jaarlijks € 2,1 miljard aan gezelschapsdieren besteed. De economische betekenis van gezelschapsdierensector in Nederland blijft stijgen en wordt geschat op een totaal van € 3 miljard. De sector verschaft werkgelegenheid aan ongeveer 18.000 FTE's. De gezelschapsdierensector in Nederland vormt hiermee een economische factor van grote betekenis.

[Einde van het citaat]

Wanneer de economische en/of emotionele waarde van een sector groot is, ontstaan als regel vrij gemakkelijk praktijken waarbij het dierenwelzijn vroeg of laat ter discussie komt te staan. Dit geldt zeker ook voor gezelschapsdieren. De meeste aandacht gaat dan bijvoorbeeld naar dieren in kleine

hokjes (konijnen, goudvissen in een vissenkomp) of in sociaal isolement (papegaaien; onvoldoende gesocialiseerde honden). Echter, ook licht kan expliciet een onderwerp van discussie zijn, zoals bijvoorbeeld wanneer broedfokkers die hun dieren in (te) donkere stallen houden. Maar de vraag is dan bijvoorbeeld: Wat is precies 'te donker'?

1.3 Doelstelling

De opdrachtgever wilde weten of er op basis van de wetenschappelijke literatuur een antwoord te geven is op de volgende vragen voor de veel gehouden gezelschapsdieren (zoals hond, kat, cavia, hamster, konijn, kanarie, parkiet en goudvis):

- Wat zijn de effecten veroorzaakt door het onthouden van daglicht bij dieren?
- Is over het onthouden of overdoseren van (dag-)licht bekend of dit nadelige effecten op het welzijn of de gezondheid van deze dieren oplevert of kan opleveren, en zo ja welke effecten zijn dit?
- Zo ja, is bekend vanaf welke tijdsduur deze effecten optreden (weken/maanden?);
- Zo nee, zijn er sterke vermoedens te uiten op grond van onderzoek bij andere soorten dat dergelijke effecten zullen optreden bij deze groepen;
- Is bekend of met (bepaalde vormen van) kunstlicht het optreden van deze nadelige welzijns effecten kan worden voorkomen dan wel vertraagd (cq versterkt);
- Aan welke eisen moet dit kunstlicht voldoen/ dan wel van welke (daglicht)lampen is aangetoond dat zij nadelige effecten op welzijn en gezondheid uitstellen dan wel volledig kunnen voorkomen.

Om deze vragen te kunnen beantwoorden is een verkennend onderzoek uitgevoerd. Het doel van dit verkennende onderzoek was een overzicht te geven van de relevante literatuur die (eventueel) voor verdere uitwerking in een latere fase van het onderzoek in aanmerking kan komen. In dit conceptrapport staat daarom beschreven hoeveel publicaties er voor de verschillende deelonderwerpen (verschillende diersoorten en welzijns effecten) gevonden zijn na het uitvoeren van enkele algemene zoekopdrachten in de belangrijkste wetenschappelijke databases, en hoeveel van de gevonden publicaties als bijzonder relevant zijn te classificeren. Verder is er ook een ruwe algemene beschrijving gegeven van de manier waarop licht invloed op dierenwelzijn kan hebben. Alleen direct toegankelijke informatiebronnen zijn geïnventariseerd, zonder deze inhoudelijk weer te geven. Via internet is toegankelijke (digitaal beschikbare) wetenschappelijke literatuur gezocht en via email/telefonisch enige aanvullende informatie bijv. van/over deskundige contactpersonen die in een latere fase van het onderzoek een aanvullende rol kunnen spelen. Ook is er een bescheiden inventarisatie gemaakt van mogelijk relevante projecten die op dit moment lopen of recentelijk zijn afgerond.

2 Methode

Database zoekopdrachten zijn uitgevoerd via met name Web of Science, aangevuld met Google Scholar, waarbij de gevonden referenties zijn opgeslagen in een referentiemanagementprogramma Endnote.

Op 19 maart 2012 is in Web of Science gezocht op de onderwerpen 'light' en 'dog* or cat*' en 'animal*' en 'health of behav* of welfare'. Dat leverde 1160 publicaties op. Op dezelfde dag leverde de zoekopdracht 'light or photo*' en 'animal*' en 'health of behav* of welfare' 845 publicaties op. Op 30 juli 2012 leverden de onderwerpen 'light', 'animal*' en ; welfare' nog eens 315 publicaties op. Deze publicaties zijn in Endnote geïmporteerd en ontdebeld.

Omdat er aanwijzingen waren dat de in maart via Web of Science gevonden verzameling publicaties onvolledig was, is ook meer handmatig via Google Scholar gezocht. Dat leverde 19 relevante publicaties op. Tot slot zijn een 20 tal overzichtsrapporten toegevoegd (meest SVC/EFSA rapporten) omdat daarin paragrafen te vinden waren over de effecten van licht op het welzijn van met name landbouwhuisdieren. (Noot: De EFSA, de Europese Voedsel- en Warenautoriteit, en haar voorganger de SVC, Scientific Veterinary Committee, hebben deze overzichtsrapporten veelal uitgebracht in samenwerking met internationaal deskundigen en in opdracht van de Europese Commissie.)

Tot slot is via enkele contactpersonen gevraagd om overzichten van lopende onderzoeksprojecten over licht.

Van elke geïmporteerde publicatie is bepaald of de publicatie mogelijk relevant was. In dat geval is de mate van relevantie ingeschat op een 4 puntsschaal (van minst tot meest waarschijnlijk), op basis van de titel en/of de informatie in de samenvatting.

Van elke mogelijk relevante publicatie is ook de diersoort bepaald. In veel wetenschappelijk onderzoek worden proefdieren (vaak muizen of ratten) gebruikt als model voor de mens. Deze studies zijn bij de betreffende diersoort geïmporteerd.

3 Resultaten

Deze paragraaf beschrijft de resultaten van de verkennende zoektocht naar relevante informatie over de effecten van licht op dieren in het algemeen, en op gezelschapsdieren in het bijzonder.

Omdat het onderzoek is uitgevoerd ten dienste van de nadere invulling van wettelijke regels voor gezelschapsdieren is ook een begin gemaakt met een inventarisatie van relevante regelgeving voor deze en andere (huis-)dieren (zie Bijlage 'Wettelijke regels t.a.v. licht bij (huis-)dieren'). Daaruit komt naar voren dat de eisen aan licht bij verschillende diersoorten verschillend geregeld zijn, en dat als regel van middelvoorschriften gebruik is gemaakt. Bij kalveren is bijvoorbeeld gespecificeerd welk gedeelte van de wanden lichtdoorlatend moet zijn. Bij varkens is een lichtniveau van 40 lux op dierniveau vereist. De wetenschappelijk basis hiervoor is echter lang niet altijd voldoende helder terug te vinden in de onderliggende overzichtsrapportages.

In totaal zijn 2196 publicaties verzameld. Daarvan werden er 1766 als 'niet relevant' geïdentificeerd. Van de 516 relevante publicaties waren er 32 'minst relevant' en 73 'meest relevant'. In de twee daartussen liggende relevantie klassen zaten elk 205 publicaties.

De classificaties per diersoort is weergegeven in twee bijlagen 'Gezelschapsdieren' en 'Andere groepen (huis-)dieren'.

Zoekopdrachten in de dataset van 516 relevante publicaties leverde de volgende aantallen hits voor verschillende zoektermen:

Welzijnsaspecten:

'Welfare': 124
 'Behav*': 424
 'Health': 66
 'Production': 71
 'Sleep': 29
 'Conditioning' : 12
 'Wheel' [running]: 26
 'Enrichment': 22
 'Stress': 82
 'Fear': 15
 'Anxiety': 41
 'Aggression': 11
 'Depression': 20

Aspecten van licht:

'Light': 411
 'Daylight' : 12
 'Light intensit*': 51
 'Wavelength': 24
 'Colour' of 'Color': 31
 'Rhythm': 160
 'DD' of 'DL': 115. Deze codes worden algemeen gebruikt om de fotoperiodes aan te geven: DD = constant donker, DL = een aanduiding voor een bepaald (hier niet nader gedefinieerd) lichtschema van donker en licht.

Overig

'Tau': 11. 'Tau' is een vrij lopende periode van het circadiane ritme.
 'Entrainment': 56. 'Entrainment' is het verschijnsel dat het circadiane (dag-nacht) ritme afgestemd wordt op een extern ritme (bijvoorbeeld die van licht en donker).
 'Masking': 13. 'Masking' is het verschijnsel dat een ritme door omgevingsstimuli wordt gemaskeerd gedurende de stimulatie.
 'Compass': 5

Typen dieren:

'Pets': 1
'Dogs': 6
'Cats': 7
'Laboratory': 54
'Rodents': 37
'Hamster': 74
'Rats': 88
'Mice': 81
'Farm': 35
'Pigs': 21
'Cattle': 11
'Poultry' or 'Broiler' or 'Laying hen': 35
'Wild': 29
'Birds': 53
'Fish': 58
'Human': 68

Er blijken verschillende wetenschappelijke tijdschriften te bestaan die speciek relevant zijn voor de zoekopdracht. De meeste kenmerkende (inclusief het aantal publicaties in de database) zijn Vision Research (3), Journal of Biological Rhythms (23), Journal of Photochemistry and Photobiology B-Biology (4), Investigative Ophthalmology & Visual Science (3), Sleep Medicine Reviews (5) en Chronobiology International (7).

4 Discussie

Dit hoofdstuk bespreekt de gevonden resultaten in het licht van de doelstelling van het onderzoek. Hieronder wordt eerst kort de gekozen aanpak (methode) besproken, vervolgens de relatie tussen licht en dierenwelzijn in het algemeen, en de bevindingen in relatie tot de onderzoeksvragen in het bijzonder. Tot slot volgen enkele suggesties m.b.t. mogelijk vervolgonderzoek.

4.1 Methode

We hebben een eerste inventarisatie gemaakt van de effecten van licht op dierenwelzijn in het algemeen.

Het inventariseren van de wetenschappelijke kennis over de effecten van licht op dierenwelzijn lijkt misschien gemakkelijker dan het is. Er zijn veel verschillende diersoorten en ook allerlei typen dieren (gezelschapsdieren, proefdieren, wilde dieren, landbouwhuisdieren, en binnen typen weer subgroepen, bijv. leghennen en vleeskuikens). En er kunnen gemakkelijk verstrengelingen optreden met andere variabelen. Het aanbieden van daglicht kan bijvoorbeeld van invloed zijn op de temperatuur en de relatieve vochtigheid. Verder zijn er niet alleen allerlei soorten behandelingen (d.w.z. wijzen waarop licht toegediend/onthouden kan worden), maar ook allerlei soorten metingen (die in meer of mindere mate relevant kunnen zijn voor welzijn). Het merendeel van de metingen is ook niet gedaan om het effect op dierenwelzijn vast te stellen, waardoor de informatiedichtheid wordt verlaagd. De zoekterm is bovendien niet uniek: Enerzijds zijn er relevante artikelen die het woord 'light' niet gebruiken in de titel, de trefwoorden of de samenvatting (112 van de 513 referenties in onze database gebruiken het woord 'light' bijvoorbeeld niet). Anderzijds zijn er ook veel artikelen waarbij het woord 'light' juist wel wordt gebruikt zonder dat het over licht gaat (bij. wanneer de zinsnede 'in light of' wordt gebruikt, of wanneer gezegd wordt dat uur gedurende de lichtperiode observaties zijn gedaan).

Er was besloten om een algemene verkenning uit te voeren omdat de verwachting bestond dat er relatief weinig specifiek onderzoek had plaatsgevonden bij gezelschapsdieren en omdat redelijkerwijs kan worden verondersteld dat er wel veel ander onderzoek is gedaan dat mogelijk relevant is voor de vraagstelling. Beide veronderstellingen leken te worden bevestigd in deze eerste verkenning.

De verschillende publicaties kunnen grofweg worden onderverdeeld in drie groepen:

1. Fundamenteel biologisch onderzoek. Bijvoorbeeld onderzoek naar de mechanismen van de biologische klok, de nucleus suprachiasmaticus (SCN) in de hypothalamus van de hersenen, of naar de werking van het 'kompas' waarmee dieren zich in de ruimte oriënteren.
2. Onderzoek met proefdieren voor humane doeleinden, bijvoorbeeld het oplossen van psychische problemen zoals winterdepressie of slaapproblemen, en onderzoek naar de werking van farmaca daarop.
3. Onderzoek bij landbouwhuisdieren ten behoeve van dierenwelzijn en/of de dierlijke (re-)productie.

Uit een eerste screening van de overzichtsrapporten bleek dat er het nodige bekend is over de effecten van licht op het welzijn van landbouwhuisdieren. Deze kennis is overigens lang niet altijd eenduidig (zie bijv. (De Jong et al., 2012)). Bovendien bleek dat er in deze kennis over licht bij landbouwhuisdierenwelzijn ook de nodige ontwikkeling zit. Dat geldt overigens ook voor wetenschappelijke inzichten op de andere onderzoeksterreinen (fundamentele biologie en het gebruik van proefdieren voor humane doeleinden).

Verschiedende recente studies laten zien dat licht een veel grotere invloed kan hebben dan voorheen gedacht werd. We moeten daarom voorzichtig zijn met de conclusie dat lichtschema's die afwijken van natuurlijke condities niet schadelijk zouden zijn voor de dieren. Hier volgen enkele voorbeelden: blootstelling aan maanlicht heeft al effect op het welbevinden van hamsters (Evans et al., 2007); Vitamine D heeft meer functies dan voorheen gedacht, o.a. bij kanker (Fleet et al., 2004); het is belangrijk om testen op diersoorten af te stemmen (Krysiak et al., 2011); gespeende biggen krijgen ander gedrag wanneer ze 's nachts gefilmd worden met verlichting (Lay et al., 1999); schorpioenen nemen fluorescentie waar met hun staart en niet met hun ogen (Gaffin et al., 2012); lichtdeprivatie bij pasgeborenen kan al effecten hebben op depressie (Martynhak et al., 2011); fruitvliegjes zijn, veel meer dan men voorheen dacht, extreem gevoelig voor lage niveaus monochromatisch blauw licht (Hirsh et al., 2010).

Het feit dat de beschikbare kennis zich relatief snel kan ontwikkelen betekent dat het wenselijk is om op een of andere manier rekening te houden met het optreden van voortschrijdende inzichten. Enerzijds kan dat betekenen dat regelmatig updates nodig kunnen zijn bij de interpretatie van de regelgeving (de EU hanteert hiervoor een periode van 5 jaar). Anderzijds kan dat aanleiding zijn tot het hanteren van bijvoorbeeld een voorzorgsprincipe waarbij in geval van twijfel het voordeel aan het dier gegeven wordt, waarbij er van uit kan worden gegaan dat de meeste huisdieren (nog steeds) zijn aangepast (voor het grootste gedeelte) aan hun natuurlijke leefomgeving, en dat ook qua licht natuurlijke condities wenselijk zijn en afwijkingen daarop een bewijslast opleveren voor degene die daar belang bij heeft.

Er zijn relatief weinig publicaties gevonden over de effecten van licht op gezelschapsdieren. Dat is ook wel begrijpelijk. Gezelschapsdieren vertegenwoordigen weliswaar een relatief hoge emotionele waarde, maar zij hebben een relatief lage economische waarde (ookal is de totale economische waarde van de sector aanzienlijk). Verder is de groep niet homogeen. Er zijn allerlei soorten eigenaren, en er is geen 'standaard' huisvesting, waardoor het onderzoekstechnisch bijvoorbeeld moeilijk kan zijn om (gerandomiseerde) 'herhalingen' te realiseren die 'gemeten' kunnen worden. Ook is het daardoor lastig experimenten op te zetten die (redelijk) algemeen geldend zijn. Daarbij komt nog dat er bij gezelschapsdieren, meer nog dan bij bijvoorbeeld landbouwhuisdieren, behoefte kan bestaan aan om de welzijnseisen op individueel dierniveau te kunnen vaststellen. Deze omstandigheden onderstrepen het nut van een daaraanvoorafgaande algemenere inventarisatie naar de effecten van licht bij allerlei dieren ten behoeve van de vraag wat de effecten voor gezelschapsdieren (kunnen) zijn. De beschikbare kennis is namelijk vaak tot op zekere hoogte algemeen toepasbaar.

Een algemene inventarisatie kan ook bijdragen aan onderbouwing en uniformering van de regelgeving over diersoorten heen. Dan gaat het om gezelschapsdieren, proefdieren, landbouwhuisdieren, en zelfs mensen. Immers in het wetenschappelijk onderzoek worden proefdieren vaak als model voor de mens gebruikt. Omgekeerd kunnen de mens en andere diersoorten ook als model voor gezelschapsdieren dienst doen.

Uit het proefdieronderzoek, waarbij knaagdieren vaak als model voor de mens worden gebruikt, blijkt namelijk dat de effecten van licht op welzijn substantieel kunnen zijn. Hieronder volgen een aantal citaten.

[Begin van de citaten]

"Exposure of mice to artificial daylight for 22 h per day produces a spectrum of behavioral and endocrine symptoms reminiscent to those seen in animal models of depression" (Becker et al., 2010).

"6 Weeks short photoperiod (5 h light/19 h dark) regimen induced depression-like behavior" in dagactieve fat sand ratten (Ashkenazy-Frolinger et al., 2010).

"Compared with the control group [(kept in 12 h light: 12 h dark)], light-deprived [diurnal Mongolian] gerbils [(kept in 24 h dark) for 2 weeks] showed increased immobile time in the tail suspension test and forced swimming test, which indicates induction of depression-like behavior." (Lau et al., 2011).

"Neonatal exposure to constant light prevents anhedonia-like behavior induced by constant light exposure in adulthood [in rats]" (Martynhak et al., 2011).

"Standard laboratory husbandry practices (exposure to a 12 : 12 h light/dark cycle) may inadvertently deliver a chronic background depressive and anxiogenic stimulus [to Wistar rats]" (Prendergast and Kay, 2008).

"Male Swiss-Webster mice exposed to LL [constant light, i.e. 'light at night'] for three weeks increased depressive-like behavioural responses ... exposure to unnatural lighting can induce significant changes in affect, increasing depressive-like and decreasing anxiety-like responses" (Fonken et al., 2009).

[Einde van de citaten]

Soms kunnen relatief kleine 'ingrepen' al een substantieel effect op welzijn hebben.

[Begin van de citaten]

"Dim light at night provokes depression-like behaviors ... in female hamsters ... The present results suggest that night-time low level illumination, comparable to levels that are pervasive in North America and Europe, may contribute to the increasing prevalence of mood disorders" (Bedrosian et al., 2011).

Een uur per dag 3000 lux gedurende 3 weken verminderde depressie-achtig gedrag van fat sand ratten die aan korte daglichtlengtes waren bloodgesteld (Ashkenazy et al., 2009).

"A single day of constant light (L/L) provides immunity to behavioral despair in female rats maintained on an [12L/12D cycle in rats]" (Yilmaz et al., 2004).

"A series of extremely brief photic stimuli, each too small to cause a phase shift individually, together can cause a large and long-lasting change in behavior [in mice]" (Van den Pol et al., 1998).

[Einde van de citaten]

In de Bijlage 'Licht en dierenwelzijn' wordt een poging gedaan een kader te schetsen voor de relaties tussen licht en dierenwelzijn in het algemeen.

4.2 Bespreking van de geformuleerde onderzoeksvragen

Hieronder worden de onderzoeksvragen globaal beantwoord voor zover dat op basis van deze eerste screening van de literatuur mogelijk is. Nadrukkelijk wordt daarbij vermeld dat dit voorlopige antwoorden zijn onder (een groot) voorbehoud.

Is er op basis van de wetenschappelijke literatuur een antwoord te geven op de volgende vragen voor de veel gehouden gezelschapsdieren (zoals hond, kat, cavia, hamster, konijn, kanarie, parkiet en goudvis):

- Wat zijn de effecten veroorzaakt door het onthouden van daglicht bij dieren?
Antwoord: Vermoedelijk is er geen wetenschappelijk onderzoek wat sluitende antwoorden kan geven voor de afzonderlijke diersoorten voor zover de vraag specifiek over daglicht gaat (waarbij wel kunstlicht aanwezig is). Over het (volledig) onthouden van licht is in voorkomende gevallen wel de nodige informatie beschikbaar.
- Is over het onthouden of overdoseren van (dag-)licht bekend of dit nadelige effecten op het welzijn of de gezondheid van deze dieren oplevert of kan opleveren, en zo ja welke effecten zijn dit?
Antwoord: Ja. Het onthouden of overdoseren van licht kan in het algemeen vrij ernstige nadelige effecten hebben op het dierenwelzijn. Daarbij moet gedacht worden aan slaapstoornissen, huid- en oogproblemen en depressie-achtige verschijnselen.
- Zo ja, is bekend vanaf welke tijdsduur deze effecten optreden (weken/maanden?);
Antwoord: Nee, voor de diverse soorten gezelschapsdieren is hoogst waarschijnlijk geen specifieke informatie bekend. Deze vraag is alleen te beantwoorden indien over diersoorten heen geëxtrapoleerd zou kunnen worden, of wanneer duidelijke expertopinions gepeild kunnen worden.
- Zo nee, zijn er sterke vermoedens te uiten op grond van onderzoek bij andere soorten dat dergelijke effecten zullen optreden bij deze groepen;
Antwoord: Inschattingen kunnen waarschijnlijk wel gemaakt worden. Gelet op de grote verschillen tussen soorten is het de vraag in hoeverre deze 'hard' gemaakt kunnen worden.
- Is bekend of met (bepaalde vormen van) kunstlicht het optreden van deze nadelige welzijns effecten kan worden voorkomen dan wel vertraagd (cq versterkt);
Antwoord: zie hierboven, met name het antwoord op de eerste vraag.
- Aan welke eisen moet dit kunstlicht voldoen/ dan wel van welke (daglicht)lampen is aangetoond dat zij nadelige effecten op welzijn en gezondheid uitstellen dan wel volledig kunnen voorkomen.
Antwoord: Het is vermoedelijk mogelijk een globaal kader te schetsen, waarbij voor individuele diersoorten nadere invulling in meer of mindere mate mogelijk is (bijvoorbeeld wanneer dieren bepaalde belichting nodig hebben vanwege de botstofwisseling).

Ten algemene moet nog worden opgemerkt dat een expert's best guess en/of een modelmatige inschatting op basis van systematisch geanalyseerde beschikbare kennis ethisch gezien te verkiezen is boven het de facto toestaan van alle door de eigenaar/fokker gewenste lichtregimes bij gezelschapsdieren zolang niet onomstotelijk is komen vast te staan wat precies de ethologische en fysiologische behoeften van de dieren zijn.

In dit onderzoek is een overzicht gegeven van de relevante literatuur die voor verdere uitwerking in een latere fase van het onderzoek in aanmerking kan komen. In dit conceptrapport staat beschreven hoeveel publicaties er voor de verschillende deelonderwerpen (verschillende diersoorten en welzijnseffecten) gevonden zijn na het uitvoeren van enkele algemene zoekopdrachten in de belangrijkste wetenschappelijke databases (Web of Science en Google Scholar), en hoeveel van de gevonden publicaties als bijzonder relevant zijn te classificeren (73+ 205 van de 516 publicaties). Verder is er ook een ruwe algemene beschrijving gegeven van de manier waarop licht invloed op dierenwelzijn kan hebben (in de vorige paragraaf).

Alleen direct toegankelijke informatiebronnen zijn geïnventariseerd, zonder deze inhoudelijk weer te geven. Zo is er bijvoorbeeld een recent tekstboek gevonden over gedrag bij 'exoten' (waartoe bijvoorbeeld ook het konijn wordt gerekend) waarin vermoedelijk de nodige relevante informatie te vinden is. Dit boek (Tynes, 2010) was echter niet digitaal beschikbaar en is daarom niet verder meegenomen (anders dan als veelbelovende referentie). Via internet is toegankelijke (digitaal beschikbare) wetenschappelijke literatuur gezocht en via email/telefonisch enige aanvullende informatie van/over deskundige contactpersonen die in een later fase een aanvullende rol kunnen spelen. Ook in de zogenaamde grijze literatuur is vermoedelijk aanvullende informatie te vinden. Als voorbeeld kan een bericht op internet dienen waarbij een onderzoekster meldt dat de stresshormoongehalten bij Java en Rhesus apen in het laboratorium aanzienlijk (met de helft) afnamen en dat gedrag veel kalmer en ontspannen werd wanneer het licht geleidelijk werd aan- en uitgedaan in plaats van plotseling (<http://awionline.org/awi-quarterly/2012-summer/giving-animals-research-day-break-gradual-lighting-systems>). Verwacht wordt dat algemene internetzoekopdrachten aangevuld met expertinterviews een aanzienlijke bijdrage kunnen leveren in het verder completeren van de benodigde informatie om de wettelijke regels over licht voor gezelschapsdieren beter te kunnen invullen.

4.3 Vervolgonderzoek

Verdere uitwerking van de effecten van licht op het dierenwelzijn is om verschillende redenen gewenst. Het is niet alleen gewenst om het Besluit Gezelschapsdieren te kunnen effectueren, maar bijvoorbeeld ook omdat het een tamelijk blinde vlek lijkt te zijn in het welzijnsonderzoek en het bovendien een hele uitdaging vormt om daarbij recht te doen aan de verschillende dimensies van het onderwerp (verschillende aspecten van licht, diersoorten en welzijnseffecten). De eerste verkenning waarvan dit rapport verslag doet, heeft de basis gelegd voor vervolgonderzoek.

Een geëigende aanpak voor vervolgwerk kan het semantisch modelleren zijn. Dat is een methode om een veelheid aan wetenschappelijke kennis op een gestructureerde wijze om te zetten in welzijnsinschattingen (Bracke, 2001; Bracke et al., 2006; Bracke et al., 2008b). Deze methode is en wordt op verschillende terreinen toegepast (Bracke et al., 2004; Bracke, 2008; Bracke et al., 2008a; Stien et al., In press). Ook bij de formulering van de positieflijst voor EL&I wordt een verwante systematiek gebruikt (Ipema et al., 2010). De aanpak behelst het verzamelen van wetenschappelijke citaten en het gestructureerd inwegen van het belang van die citaten voor het beantwoorden van de vraagstelling. Naar analogie met de aanpak in de positieflijst zou in een vervolgstudie enkele voorbeeldsoorten (bijvoorbeeld de hond en de rat) kunnen worden uitgewerkt om zo meer zicht te krijgen op de vraag of en hoe de beschikbare informatie bij andere diersoorten te extrapoleren is naar doeldiersoorten.

Een verdere inventarisatie van de relevante beschikbare wetenschappelijke kennis zal ook kennishiaten aan het licht brengen welke later via aanvullende experimenteel onderzoek tot verbeterde welzijnsinschatting kan leiden. Het is echter, op basis van deze eerste inventarisatie, niet te garanderen dat een vervolg deskstudie afdoende wetenschappelijke onderbouwing zal kunnen leveren voor specifieke diersoortgerichte doel- of middelvoorschriften met betrekking tot de ethologische en fysiologische behoeften van de dieren.

Voor wat betreft het benodigde aanvullende observationele onderzoek kan gedacht worden aan een inventarisatie van de bestaande praktijk. Zo zouden bijvoorbeeld honden-, katten-, en konijnfokkers geïnterviewd en bezocht kunnen worden waarbij naast verschillende lichtmetingen ook eenvoudige gedrags- en/of stress-fysiologische observaties gedaan kunnen worden om mogelijke effecten op de dieren te inventariseren.

Om meer zicht te krijgen op de vraag wat in het algemeen de welzijnseisen zijn van een bepaalde diersoort met betrekking tot licht, lijken dierproeven noodzakelijk waarbij verschillende behandelingen in voldoende herhalingen met elkaar worden vergeleken. In voorkomende gevallen kan het echter ook wenselijk zijn om ook specifieke normen, bijvoorbeeld de eisen van individuele dieren, vast te stellen, zonder dat daarvoor een dierproef noodzakelijk is. Een (semi-)automatische consumer-demand of anticipatie-achtige studie zou daarvoor een optie kunnen zijn. In een dergelijke benadering kunnen de dieren zelf aangeven hoe hard ze willen 'werken' voor een bepaald lichtregime, en daar misschien zelf ook nog lol aan beleven (zie bijvoorbeeld <http://www.playingwithpigs.nl/>).

5 Conclusies en aanbevelingen

Er is een eerste verkenning uitgevoerd naar de effecten van licht op het dierenwelzijn in het algemeen, en op gezelschapsdieren in het bijzonder. Aanleiding is het ontwerp Besluit Gezelschapsdieren waarin het algemene doelvoorschrift is opgenomen dat het licht moet voldoen aan de ethologische en fysiologische behoeften van de dieren. Dit voorschrift vervangt eerdere regels, bijvoorbeeld dat honden en katten toegang tot daglicht moeten hebben. Om het nieuwe doelvoorschrift te kunnen handhaven in de praktijk is informatie nodig over de wijze waarop licht van invloed kan zijn op dierenwelzijn.

Er zijn verschillende zoekopdrachten uitgevoerd in wetenschappelijke databases (vooral Web of Science), en er is een eerste verkenning gemaakt van lopende projecten over de effecten van licht op dieren. In totaal zijn 2196 publicaties verzameld in een Endnote database. Hiervan waren er 516 potentieel relevant. Van deze 516 publicaties waren er 32 'minst relevant' en 73 'meest relevant'. Alle potentieel relevante publicaties zijn gescreend op diersoort en onderwerp. Er zijn relatief veel publicaties over effecten van dag-nacht ritmen gevonden, ongeveer drie keer zoveel als over lichtintensiteit of over kleur/golflengte. Er zijn weinig publicaties waarin specifiek gezelschapsdieren (bijv. honden of katten) zijn onderzocht. Veel meer publicaties zijn gevonden over laboratoriumdieren (met name ratten, muizen en hamsters). Ook van landbouwhuisdieren (vooral pluimvee) is het nodige bekend over de invloed van licht op dierenwelzijn. Effecten van licht op dierenwelzijn zijn divers en nog wel eens meer ingrijpend dan in het verleden werd aangenomen. In het algemeen kan gesteld worden dat dieren zijn aangepast aan natuurlijke lichtcondities, en dat afwijkingen daarvan verhoogde risico's met zich meebrengen voor een verstoord dierenwelzijn. Daarbij kan gedacht worden aan bijvoorbeeld verstoorde nachtrust, depressie, hormonale invloeden en verminderde gezondheid (bijv. afwijkingen aan ogen, huid of skelet).

Verdere analyse van de beschikbare kennisbasis zal de invloeden van de verschillende aspecten van licht op het welzijn van gezelschapsdieren verder kunnen specificeren. Daartoe moet de verzamelde literatuur nog wel verder aangevuld en geanalyseerd worden. Vervolgonderzoek volgens de lijnen van het semantisch modelleren wordt aanbevolen als een eerstvolgende stap om de regelgeving meer handen en voeten te geven, en eventueel op termijn te uniformeren over diersoorten heen.

6 Literatuurlijst

- Abou-Ismaïl, U.A., Burman, O.H.P., Nicol, C.J., Mendl, M., 2008. Let sleeping rats lie: Does the timing of husbandry procedures affect laboratory rat behaviour, physiology and welfare? *Appl. Anim. Behav. Sci.* 111, 329-341.
- Abraham, D., Dallmann, R., Steinlechner, S., Albrecht, U., Eichele, G., Oster, H., 2006. Restoration of circadian rhythmicity in circadian clock-deficient mice in constant light. *J. Biol. Rhythms* 21, 169-176.
- Ahmad, R., Haldar, C., 2012. Immune responses to lipopolysaccharide challenge in a tropical rodent (*Funambulus pennanti*): Photoperiod entrainment and sex differences. *Stress* 15, 172-183.
- Aissaoui, A., Tort, L., Altimiras, J., 2000. Circadian heart rate changes and light-dependence in the Mediterranean seabream *Sparus aurata*. *Fish Physiol. Biochem.* 22, 89-94.
- Algers, B., Bertoni, G., Broom, D., Hartung, J., Lidfors, L., Metz, J., Munksgaard, L., Pina, T.N., Oltenacu, P., Rehage, J., 2009. Scientific report on the effects of farming systems on dairy cow welfare and disease¹: Report of the Panel on Animal Health and Welfare (Question No EFSA-Q-2006-113).
- Alliger, A.A., Moller, P., 2011. The Effects of Environmental Control on Cognition in Rats (*Rattus norvegicus*). *J. Appl. Anim. Welfare Sci.* 14, 271-285.
- Almon, R.R., Yang, E., Lai, W., Androulakis, I.P., Ghimbovschi, S., Hoffman, E.P., Jusko, W.J., DuBois, D.C., 2008. Relationships between circadian rhythms and modulation of gene expression by glucocorticoids in skeletal muscle. *Am. J. Physiol.-Regul. Integr. Comp. Physiol.* 295, R1031-R1047.
- Alvino, G.M., Archer, G.S., Mench, J.A., 2009a. Behavioural time budgets of broiler chickens reared in varying light intensities. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 118, 54-61.
- Alzoubi, H., Al-Rqaibat, S., Bataineh, R.F., 2010. Pre-versus post-occupancy evaluation of daylight quality in hospitals. *Build. Environ.* 45, 2652-2665.
- Amir, S., Stewart, J., 1998. Conditioned fear suppresses light-induced resetting of the circadian clock. *Neuroscience* 86, 345-351.
- Anonymous, 2001. Scientists' assessment of the impact of housing and management on animal welfare. *J. Appl. Anim. Welfare Sci.* 4, 3-52.
- Anraku, T., Takagi, T., Nakao, N., Watanabe, M., Yasuo, S., Katou, Y., Ueda, Y., Murai, A., Ligo, M., Ebihara, S., Yoshimura, T., 2007. Photoperiodic changes in hypothalamic insulin receptor gene expression are regulated by gonadal testosterone. *Brain Res.* 1163, 86-90.
- Antle, M.C., Sterniczuk, R., Smith, V.M., Hagel, K., 2007. Non-photoc modulation of phase shifts to long light pulses. *J. Biol. Rhythms* 22, 524-533.
- Aranda, A., Madrid, J.A., Zamora, A., Sanchez-Vazquez, F.J., 1999. Synchronizing effect of photoperiod on the dual phasing of demand-feeding rhythms in sea bass. *Biol. Rhythm Res.* 30, 392-406.
- Aristakesyan, E.A., Karmanova, I.G., 2007. Effect of photostimulation on the wakefulness - Sleep cycle in the common frog *Rana temporaria*. *J. Evol. Biochem. Physiol.* 43, 208-214.
- Artaiz, I., Zazpe, A., Del Rio, J., 1998. Characterization of serotonergic mechanisms involved in the behavioural inhibition induced by 5-hydroxytryptophan in a modified light-dark test in mice. *Behav. Pharmacol.* 9, 103-112.
- Ashkenazy-Frolinger, T., Kronfeld-Schor, N., Juetten, J., Einat, H., 2010. It is darkness and not light: Depression-like behaviors of diurnal unstriped Nile grass rats maintained under a short photoperiod schedule. *J. Neurosci. Methods* 186, 165-170.
- Ashkenazy, T., Einat, H., Kronfeld-Schor, N., 2009. Effects of bright light treatment on depression- and anxiety-like behaviors of diurnal rodents maintained on a short daylight schedule. *Behav. Brain Res.* 201, 343-346.
- Auchtung, T.L., Salak-Johnson, J.L., Morin, D.E., Mallard, C.C., Dahl, G.E., 2004. Effects of photoperiod during the dry period on cellular immune function of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 87, 3683-3689.
- Augustsson, H., van de Weerd, H.A., Kruitwagen, C., Baumans, V., 2003. Effect of enrichment on variation and results in the light/dark test. *Lab. Anim.* 37, 328-340.
- Aujard, F., Boissy, I., Claustrat, B., 1998. Melatonin secretion in a nocturnal prosimian primate: effect of photoperiod and aging, in: Touitou, Y. (Ed.), *Biological Clocks: Mechanisms and Applications*, Elsevier Science Bv, Amsterdam, pp. 337-340.
- Aujard, F., Seguy, M., Terrien, J., Botalla, R., Blanc, S., Perret, M., 2006. Behavioral thermoregulation in a non human primate: Effects of age and photoperiod on temperature selection. *Exp. Gerontol.* 41, 784-792.

- Avanzi, V., Silva, R.C.B., Macedo, C.E., Brandao, M.L., 2003. 5-HT mechanisms of median raphe nucleus in the conditioned freezing caused by light/foot-shock association. *Physiol. Behav.* 78, 471-477.
- Baker, B.J., Richardson, J.M.L., 2006. The effect of artificial light on male breeding-season behaviour in green frogs, *Rana clamitans melanota*. *Can. J. Zool.-Rev. Can. Zool.* 84, 1528-1532.
- Barakat, M.I., O'Hara, B.E., Cao, V.H., Larkin, J.E., Heller, H.C., Ruby, N.F., 2004. Light pulses do not induce c-fos or per1 in the SCN of hamsters that fail to reentrain to the photocycle. *J. Biol. Rhythms* 19, 287-297.
- Barber, C.L., Prescott, N.B., Wathes, C.M., Le Sueur, C., Perry, G., 2004. Preferences of growing ducklings and turkey poults for illuminance. *Anim. Welf.* 13, 211-224.
- Barcellos, L.J.G., Kreutz, L.C., Quevedo, R.M., da Rosa, J.G.S., Koakoski, G., Centenaro, L., Pottker, E., 2009. Influence of color background and shelter availability on jundia (*Rhamdia quelen*) stress response. *Aquaculture* 288, 51-56.
- Barth, M., Hirsch, H.V.B., Heisenberg, M., 1997. Rearing in different light regimes affects courtship behaviour in *Drosophila melanogaster*. *Anim. Behav.* 53, 25-38.
- Bartussek, H., 1997. Practical experience in the application of the "Tiergerechtheitsindex" (TGI 35 L) in Austria, in: Weber, R. (Ed.), *Appropriate Housing Systems for Farm Animals: Newer Developments and Solutions*, Eidg Forschungsanstalt Agrarwirtschaft & Landtechnik Fat, 8356 Tanikon, pp. 15-23.
- Baugh, A.T., Ryan, M.J., 2010. Ambient light alters temporal-updating behaviour during mate choice in a Neotropical frog. *Can. J. Zool.-Rev. Can. Zool.* 88, 448-453.
- Becker, A., Bilkei-Gorzo, A., Michel, K., Zimmer, A., 2010. Exposure of mice to long-light: A new animal model to study depression. *Eur. Neuropsychopharmacol.* 20, 802-812.
- Bedrosian, T.A., Fonken, L.K., Walton, J.C., Haim, A., Nelson, R.J., 2011. Dim light at night provokes depression-like behaviors and reduces CA1 dendritic spine density in female hamsters. *Psychoneuroendocrinology* 36, 1062-1069.
- Bertolucci, C., Fazio, F., Piccione, G., 2008. Daily rhythms of serum lipids in dogs: influences of lighting and fasting cycles. *Comparative medicine* 58, 485.
- Bilkei-Gorzo, A., Gyertyan, I., Levay, G., 1998. mCPP-induced anxiety in the light-dark box in rats - a new method for screening anxiolytic activity. *Psychopharmacology* 136, 291-298.
- Billings, L.B., Spero, J.A., Vollmer, R.R., Amico, J.A., 2006. Oxytocin null mice ingest enhanced amounts of sweet solutions during light and dark cycles and during repeated shaker stress. *Behav. Brain Res.* 171, 134-141.
- Bittman, E.L., Ehrlich, D.A., Ogdahl, J.L., Jetton, A.E., 2003. Photoperiod and testosterone regulate androgen receptor immunostaining in the Siberian hamster brain. *Biol. Reprod.* 69, 876-884.
- Bittman, E.L., Jetton, A.E., Villalba, C., Devries, G.J., 1996. Effects of photoperiod and androgen on pituitary function and neuropeptide staining in Siberian hamsters. *Am. J. Physiol.-Regul. Integr. Comp. Physiol.* 271, R64-R72.
- Bizeray, D., Estevez, I., Leterrier, C., Faure, J.M., 2002. Effects of increasing environmental complexity on the physical activity of broiler chickens. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 79, 27-41.
- Blaser, R.E., Penalosa, Y.M., 2011. Stimuli affecting zebrafish (*Danio rerio*) behavior in the light/dark preference test. *Physiol. Behav.* 104, 831-837.
- Blass, G.R.C., Gaffin, D.D., 2008. Light wavelength biases of scorpions. *Anim. Behav.* 76, 365-373.
- Blom, H.J.M., Vantintelen, G., Baumans, V., Vandenbroek, J., Beynen, A.C., 1995. DEVELOPMENT AND APPLICATION OF A PREFERENCE TEST SYSTEM TO EVALUATE HOUSING CONDITIONS FOR LABORATORY RATS. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 43, 279-290.
- Bobbo, D., Galvani, F., Mascetti, G.G., Vallortigara, G., 2002. Light exposure of the chick embryo influences monocular sleep. *Behav. Brain Res.* 134, 447-466.
- Bockisch, F.J., Jungbluth, T., Rudovsky, A., 1999. Technical indicators for evaluation of housing systems for cattle, pigs and laying hens relating to animal welfare. *Zuchtungskunde* 71, 38-63.
- Boer, G.J., Griffioen, H.A., Duindam, H., Vanderwoude, T.P., Rietveld, W.J., 1993. LIGHT DARK-INDUCED EFFECTS ON BEHAVIORAL RHYTHMS IN SUPRACHIASMATIC NUCLEUS- LESIONED RATS IRRESPECTIVE OF THE PRESENCE OF FUNCTIONAL SUPRACHIASMATIC NUCLEUS BRAIN IMPLANTS. *J. Interdiscip. Cycle Res.* 24, 118-136.
- Bojsen, B.H., Witthoff, H., Styrihave, B., Andersen, O., 1998. In situ studies on heart rate and locomotor activity in the freshwater crayfish, *Astacus astacus* (L.) in relation to natural fluctuations in temperature and light intensity. *Freshw. Biol.* 39, 455-465.
- Borojerdi, B., Bushara, K.O., Corwell, B., Immisch, I., Battaglia, F., Muellbacher, W., Cohen, L.G., 2000. Enhanced excitability of the human visual cortex induced by short-term light deprivation. *Cereb. Cortex* 10, 529-534.

- Borowsky, B., 2011. RESPONSES TO LIGHT IN TWO EYELESS CAVE DWELLING AMPHIPODS (NIPHARGUS ICTUS AND NIPHARGUS FRASASSIANUS). *J. Crustac. Biol.* 31, 613-616.
- Bosch, H.D., 2011. Feiten & Cijfers Gezelschapsdierensector 2011, Hogeschool HAS Den Bosch, Den Bosch.
- Boudard, D.L., Mendoza, J., Hicks, D., 2009. Loss of photic entrainment at low illuminances in rats with acute photoreceptor degeneration. *Eur. J. Neurosci.* 30, 1527-1536.
- Bourin, M., Hascoet, M., 2003. The mouse light/dark box test. *Eur. J. Pharmacol.* 463, 55-65.
- Bowden, T.J., 2008. Modulation of the immune system of fish by their environment. *Fish Shellfish Immunol.* 25, 373-383.
- Braastad, B.O., Bakken, M., 2002. Behaviour of dogs and cats. *The Ethology of Domestic Animals—An Introductory Text.* CABI, Wallingford, UK, 173-193.
- Braastad, B.O., Heggelund, P., 1984. Eye-opening in kittens: Effects of light and some biological factors. *Dev. Psychobiol.* 17, 675-681.
- Bracke, M., 2008. RICHPIG: a semantic model to assess enrichment materials for pigs. *Anim. Welf.* 17, 289-304.
- Bracke, M., 2011a. Review of wallowing in pigs: Description of the behaviour and its motivational basis. *Appl. Anim. Behav. Sci.*
- Bracke, M., Edwards, S., Metz, J., Noordhuizen, J., Algers, B., 2008b. Synthesis of semantic modelling and risk analysis methodology applied to animal welfare. *ANIMAL-CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS- 2*, 1061.
- Bracke, M., Hulsegge, B., Keeling, L., Blokhuis, H.J., 2004. Decision support system with semantic model to assess the risk of tail biting in pigs: 1. Modelling. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 87, 31-44.
- Bracke, M., Zonderland, J.J., Lenskens, P., Schouten, W.G.P., Vermeer, H., Spoolder, H.A.M., Hendriks, H.J.M., Hopster, H., 2006. Formalised review of environmental enrichment for pigs in relation to political decision making. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 98, 165-182.
- Bracke, M.B.M., 2001. Modelling of animal welfare: the development of a decision support system to assess the welfare status of pregnant sows. Wageningen Universiteit.
- Bracke, M.B.M., Edwards, S.A., Engel, B., Buist, W.G., Algers, B., 2008a. Expert opinion as 'validation' of risk assessment applied to calf welfare. *Acta Veterinaria Scandinavica* 50, 29.
- Bracke, M.B.M., Spruijt, B.M., Metz, J.H.M., 1999. Overall welfare assessment reviewed. Part 1: Is it possible? *Neth. J Agric. Sci.* 47, 279-291.
- Bradley, S.P., Pattullo, L.M., Patel, P.N., Prendergast, B.J., 2010. Photoperiodic regulation of the orexigenic effects of ghrelin in Siberian hamsters. *Horm. Behav.* 58, 647-652.
- Bradshaw, J., 2011. *Dog Sense: How the New Science of Dog Behavior Can Make You a Better Friend to Your Pet.* Basic Books.
- Bradshaw, W.E., Holzapfel, C.M., 2010. What Season Is It Anyway? Circadian Tracking vs. Photoperiodic Anticipation in Insects. *J. Biol. Rhythms* 25, 155-165.
- Brilot, B.O., Asher, L., Bateson, M., 2010. Stereotyping starlings are more 'pessimistic'. *Anim. Cogn.* 13, 721-731.
- Broom, D.M., Fraser, A.F., 2007. *Domestic animal behaviour and welfare.* CABI Publishing.
- Browman, H.I., Novalesflamarique, I., Hawryshyn, C.W., 1994. ULTRAVIOLET PHOTORECEPTION CONTRIBUTES TO PREY SEARCH BEHAVIOR IN 2 SPECIES OF ZOOPLANKTIVOROUS FISHES. *J. Exp. Biol.* 186, 187-198.
- Brown-Brandl, T.M., Eigenberg, R.A., Nienaber, J.A., 2006. Heat stress risk factors of feedlot heifers. *Livest. Sci.* 105, 57-68.
- Buchanan-Smith, H.M., Badihi, I., 2012. The psychology of control: Effects of control over supplementary light on welfare of marmosets. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 137, 166-174.
- Budaev, S.V., Andrew, R.J., 2009. Shyness and behavioural asymmetries in larval zebrafish (*Brachydanio rerio*) developed in light and dark. *Behaviour* 146, 1037-1052.
- Bueno, C.H., Zangrossi, H., Viana, M.B., 2005. The inactivation of the basolateral nucleus of the rat amygdala has an anxiolytic effect in the elevated T-maze and light/dark transition tests. *Brazilian J. Med. Biol. Res.* 38, 1697-1701.
- Burman, O.H.P., Parker, R.M.A., Paul, E.S., Mendl, M.T., 2009. Anxiety-induced cognitive bias in non-human animals. *Physiol. Behav.* 98, 345-350.
- Burn, C.C., 2008. What is it like to be a rat? Rat sensory perception and its implications for experimental design and rat welfare. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 112, 1-32.
- Burton, B.G., Tatler, B.W., Laughlin, S.B., 2001. Variations in photoreceptor response dynamics across the fly retina. *J. Neurophysiol.* 86, 950-960.

- Buyse, J., Simons, P.C.M., Boshouwers, F.M.G., Decuypere, E., 1996. Effect of intermittent lighting, light intensity and source on the performance and welfare of broilers. *Worlds Poult. Sci. J.* 52, 121-130.
- Cajochen, C., 2007. Alerting effects of light. *Sleep Med. Rev.* 11, 453-464.
- Calvet, S., Van den Weghe, H., Kosch, R., Estelles, F., 2009. The influence of the lighting program on broiler activity and dust production. *Poult. Sci.* 88, 2504-2511.
- Caro, S.P., Lambrechts, M.M., Balthazart, J., Perret, P., 2007. Non-photoperiodic factors and timing of breeding in blue tits: Impact of environmental and social influences in semi-natural conditions. *Behav. Processes* 75, 1-7.
- Castelhano-Carlos, M.J., Baumans, V., 2009. The impact of light, noise, cage cleaning and in-house transport on welfare and stress of laboratory rats. *Lab. Anim.* 43, 311-327.
- Challet, E., Van Reeth, O., Turek, F.W., 1999. Altered circadian responses to light in streptozotocin-induced diabetic mice. *Am. J. Physiol.-Endocrinol. Metab.* 277, E232-E237.
- Chambille, I., 1999. Circadian rhythm of AMPA receptor GluR2/3 subunit-immunoreactivity in the suprachiasmatic nuclei of Syrian hamster and effect of a light-dark cycle. *Brain Res.* 833, 27-38.
- Champalbert, G., Le Direach-Boursier, L., 1998. Influence of light and feeding conditions on swimming activity rhythms of larval and juvenile turbot *Scophthalmus maximus* L.: An experimental study. *J. Sea Res.* 40, 333-345.
- Chaouloff, F., Durand, M., Mormede, P., 1997. Anxiety- and activity-related effects of diazepam and chlordiazepoxide in the rat light/dark and dark/light tests. *Behav. Brain Res.* 85, 27-35.
- Chapman, B.B., Morrell, L.J., Krause, J., 2009. Plasticity in male courtship behaviour as a function of light intensity in guppies. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 63, 1757-1763.
- Chastain, J., Jacobson, L., Beehler, J., Martens, J., 1997. Improved lighting and ventilation systems for dairy facilities: Its effects on herd health and milk production. *Amer Soc Agricultural Engineers, St Joseph.*
- Chemineau, P., Guillaume, D., Migaud, M., Thiery, J.C., Pellicer-Rubio, M.T., Malpoux, B., 2008. Seasonality of reproduction in mammals: Intimate regulatory mechanisms and practical implications. *Reprod. Domest. Anim.* 43, 40-47.
- Chemineau, P., Malpoux, B., Brillard, J.P., Fostier, A., 2007. Seasonality of reproduction and production in farm fishes, birds and mammals. *Animal* 1, 419-432.
- Chemineau, P., Malpoux, B., Brillard, J.P., Fostier, A., 2009. Seasonal reproduction and production in fish, birds and farm mammals. *Prod. Anim.* 22, 77-90.
- Chemineau, P., Malpoux, B., Brillard, J.P., Fostier, A., 2010. PHOTOPERIODIC TREATMENTS AND REPRODUCTION IN FARM ANIMALS. *Bull. Acad. Vet. Fr.* 163, 19-26.
- Chemineau, P., Malpoux, B., Delgadillo, J.A., Guerin, Y., Ravault, J.P., Thimonier, J., Pelletier, J., 1992a. CONTROL OF SHEEP AND GOAT REPRODUCTION - USE OF LIGHT AND MELATONIN. *Anim. Reprod. Sci.* 30, 157-184.
- Chemineau, P., Malpoux, B., Guerin, Y., Maurice, F., Daveau, A., Pelletier, J., 1992b. LIGHT AND MELATONIN FOR THE CONTROL OF SHEEP AND GOAT REPRODUCTION. *Ann. Zootech.* 41, 247-261.
- Cheng, C.H.K., Costall, B., Kelly, M.E., Naylor, R.J., 1994. ACTIONS OF 5-HYDROXYTRYPTOPHAN TO INHIBIT AND DISINHIBIT MOUSE BEHAVIOR IN THE LIGHT/DARK TEST. *Eur. J. Pharmacol.* 255, 39-49.
- Cheroske, A.G., Cronin, T.W., Durham, M.F., Caldwell, R.L., 2009. Adaptive signaling behavior in stomatopods under varying light conditions. *Mar. Freshw. Behav. Physiol.* 42, 219-232.
- Chiandetti, C., Vallortigara, G., 2009. Effects of embryonic light stimulation on the ability to discriminate left from right in the domestic chick. *Behav. Brain Res.* 198, 240-246.
- Chiesa, J.J., Aguzzi, J., Garcia, J.A., Sarda, F., de la Iglesia, H.O., 2010. Light Intensity Determines Temporal Niche Switching of Behavioral Activity in Deep-Water Nephrops norvegicus (Crustacea: Decapoda). *J. Biol. Rhythms* 25, 277-287.
- Chiesa, J.J., Angles-Pujolras, M., Diez-Noguera, A., Cambras, T., 2005. Activity rhythm of golden hamster (*Mesocricetus auratus*) can be entrained to a 19-h light-dark cycle. *Am. J. Physiol.-Regul. Integr. Comp. Physiol.* 289, R998-R1005.
- Chiesa, J.J., Diez-Noguera, A., Cambras, T., 2007. Effects of transient and continuous wheel running activity on the upper and lower limits of entrainment to light-dark cycles in female hamsters. *Chronobiol. Int.* 24, 215-234.
- Clayton, N.S., Cristol, D.A., 1996. Effects of photoperiod on memory and food storing in captive marsh tits, *Parus palustris*. *Anim. Behav.* 52, 715-726.
- Clenet, F., Bouyon, E., Hascoet, M., Bourin, M., 2006. Light/dark cycle manipulation influences mice behaviour in the elevated plus maze. *Behav. Brain Res.* 166, 140-149.

- Cooke, B.M., Hegstrom, C.D., Breedlove, S.M., 2002. Photoperiod-dependent response to androgen in the medial amygdala of the Siberian hamster, *Phodopus sungorus*. *J. Biol. Rhythms* 17, 147-154.
- Costa, A., Van Brecht, A., Porro, M., Berckmans, D., Guarino, M., 2009. QUANTIFICATION OF THREE-DIMENSIONAL LIGHT DISTRIBUTION IN PIG HOUSES. *Trans. ASABE* 52, 1677-1682.
- Cowan, M., Davie, A., Migaud, H., 2011. The effect of metal halide and novel green cathode lights on the stress response, innate immunity, eye structure and feeding activity of Atlantic cod, *Gadus morhua* L. *Aquac. Res.* 42, 115-124.
- Cronin, T.W., Caldwell, R.L., Erdmann, M.V., 2002. Tuning of photoreceptor function in three mantis shrimp species that inhabit a range of depths. I. Visual pigments. *J. Comp. Physiol. A - Neuroethol. Sens. Neural Behav. Physiol.* 188, 179-186.
- Cross, N., van Doorn, F., Versnel, C., Cawdell-Smith, J., Phillips, C., 2008. Effects of lighting conditions on the welfare of horses being loaded for transportation. *J. Vet. Behav.-Clin. Appl. Res.* 3, 20-24.
- Crowther, C., Davies, R., Glass, W., 2003. The effect of night transportation on the heart rate and skin temperature of ostriches during real transportation. *Meat Sci.* 64, 365-370.
- D'Eath, R.B., Stone, R.J., 1999. Chickens use visual cues in social discrimination: an experiment with coloured lighting. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 62, 233-242.
- Dahl, G.E., 2008. Effects of short day photoperiod on prolactin signaling in dry cows: A common mechanism among tissues and environments? *J. Anim. Sci.* 86, 10-14.
- Dahl, G.E., Auchtung, T.L., Reid, E.D., 2004. Manipulating milk production in early lactation through photoperiod changes and milking frequency. *Vet. Clin. N. Am.-Food Anim. Pract.* 20, 675-+.
- Dahl, G.E., Petitclerc, D., 2003. Management of photoperiod in the dairy herd for improved production and health. *J. Anim. Sci.* 81, 11-17.
- Dauchy, R.T., Dauchy, E.M., Hill, C.R., Tirrell, P.C., Blask, D.E., 2010a. Animal Habitat Dark-Phase Light Contamination Induces Circadian Rhythm Disruption in Endocrine Physiology and Metabolism: Impact on Laboratory Animal Welfare. *J. Amer. Assoc. Lab. Anim. Sci.* 49, 672-673.
- Dauchy, R.T., Dupepe, L.M., Ooms, T.G., Dauchy, E.M., Hill, C.R., Hill, S.M., Blask, D.E., 2010b. Relocating a Cancer Research Laboratory: The Elimination of Dark-Phase Light Contamination in Animal Facilities and Impact on Animal Welfare Enhancement. *J. Amer. Assoc. Lab. Anim. Sci.* 49, 663-663.
- Dauchy, R.T., Dupepe, L.M., Ooms, T.G., Dauchy, E.M., Hill, C.R., Mao, L., Belancio, V.P., Slakey, L.M., Hill, S.M., Blask, D.E., 2011. Eliminating Animal Facility Light-at-Night Contamination and Its Effect on Circadian Regulation of Rodent Physiology, Tumor Growth, and Metabolism: A Challenge in the Relocation of a Cancer Research Laboratory. *J. Amer. Assoc. Lab. Anim. Sci.* 50, 326-336.
- Davis, N.J., Prescott, N.B., Savory, C.J., Wathes, C.M., 1999. Preferences of growing fowls for different light intensities in relation to age, strain and behaviour. *Anim. Welf.* 8, 193-203.
- De Jong, I., Berg, C., Butterworth, A., Estevéz, I., 2012. Scientific report updating the EFSA opinions on the welfare of broilers and broiler breeders, Parma.
- De Meester, L., Cousyn, C., 1997. The change in phototactic behaviour of a *Daphnia magna* clone in the presence of fish kairomones: the effect of exposure time. *Hydrobiologia* 360, 169-175.
- Deboer, T., Ruijgrok, G., Meijer, J.H., 2007. Short light-dark cycles affect sleep in mice. *Eur. J. Neurosci.* 26, 3518-3523.
- Deboer, T., Vyazovskiy, V.V., Tobler, I., 2000. Long photoperiod restores the 24-h rhythm of sleep and EEG slow-wave activity in the Djungarian hamster (*Phodopus sungorus*). *J. Biol. Rhythms* 15, 429-436.
- Diarte-Plata, G., Sainz-Hernández, J.C., Aguiñaga-Cruz, J.A., Fierro-Coronado, J.A., Polanco-Torres, A., Puente-Palazuelos, C., 2012. Eyestalk ablation procedures to minimize pain in the freshwater prawn *Macrobrachium americanum*. *Appl. Anim. Behav. Sci.*
- Dibb, K.M., Hagarty, C.L., Loudon, A.S.I., Trafford, A.W., 2005. Photoperiod-dependent modulation of cardiac excitation contraction coupling in the Siberian hamster. *Am. J. Physiol.-Regul. Integr. Comp. Physiol.* 288, R607-R614.
- Dodson, S.I., Ryan, S., Tollrian, R., Lampert, W., 1997. Individual swimming behavior of *Daphnia*: effects of food, light and container size in four clones. *J. Plankton Res.* 19, 1537-1552.

- Duepjan, S., Schoen, P.C., Puppe, B., Tuchscherer, A., Manteuffel, G., 2008. Differential vocal responses to physical and mental stressors in domestic pigs (*Sus scrofa*). *Appl. Anim. Behav. Sci.* 114, 105-115.
- Dwyer, S.M., Rosenwasser, A.M., 2000. Effects of light intensity and restraint on dark-pulse-induced circadian phase shifting during subjective night in syrian hamsters. *J. Biol. Rhythms* 15, 491-500.
- Edelstein, K., Mrosovsky, N., 2001. Behavioral responses to light in mice with dorsal lateral geniculate lesions. *Brain Res.* 918, 107-112.
- EFSA, 2005a. Aspects of the biology and welfare of animals used for experimental and other scientific purposes. EFSA-Q-2004-105. *The EFSA Journal* 292: 1-46, EFSA, Parma.
- EFSA, 2005b. Opinion of the Scientific Panel on Animal Health and Welfare on a request from the Commission related to the welfare aspects of various systems of keeping laying hens. *The EFSA Journal* 197: 1-23, EFSA, Parma.
- EFSA, 2006. The risks of poor welfare in intensive calf farming systems. An update of the Scientific Veterinary Committee Report on the Welfare of Calves. Annex to *The EFSA Journal* 366: 1-36, EFSA, Parma.
- EFSA, 2007a. The risks associated with tail biting in pigs and possible means to reduce the need for tail docking considering the different housing and husbandry systems. *The EFSA Journal* 611: 1-13, EFSA, Parma.
- EFSA, 2007b. Animal health and welfare in fattening pigs in relation to housing and husbandry (Question No EFSA-Q-2006-029). *The EFSA Journal* 564: 1-14, EFSA, Parma.
- EFSA, 2008. Animal welfare aspects of husbandry systems for farmed Atlantic salmon, Scientific Opinion of the Panel on Animal Health and Welfare (Question No EFSA-Q-2006-033). *The EFSA Journal* 736: 1-31, EFSA, Parma.
- EFSA, 2008b. Animal welfare aspects of husbandry systems for farmed European seabass and gilthead seabream. Scientific Opinion of the Panel on Animal Health and Welfare (Question N° EFSA-Q-2006-149), *The EFSA Journal* 844: 1-21, EFSA, Parma.
- EFSA, 2008c. Animal welfare aspects of husbandry systems for farmed Trout. Scientific Opinion of the Panel on Animal Health and Animal Welfare (Question No EFSA-Q-2006-147). *The EFSA Journal* 796: 1-22.
- EFSA, 2008d. ANIMAL WELFARE ASPECTS OF HUSBANDRY SYSTEMS FOR FARMED EUROPEAN EEL (Question No EFSA-Q-2006-149). *The EFSA Journal* 809: 1-50, EFSA, Parma.
- EFSA, 2008e. ANIMAL WELFARE ASPECTS OF HUSBANDRY SYSTEMS FOR FARMED FISH: CARP. Scientific Opinion of the Panel on Animal Health and Welfare (Question N° EFSA-Q-2006-148). *The EFSA Journal* 843: 1-28, EFSA, Parma.
- EFSA, 2009. SCIENTIFIC OPINION General approach to fish welfare and to the concept of sentience in fish. (Question No EFSA-Q-2008-708). *The EFSA Journal* 954: 1-27, EFSA, Parma.
- Einat, H., Kronfeld-Schor, N., Eilam, D., 2006. Sand rats see the light: Short photoperiod induces a depression-like response in a diurnal rodent. *Behav. Brain Res.* 173, 153-157.
- Elliott, A.S., Nunez, A.A., 1992. PHOTOPERIOD MODULATES THE EFFECTS OF STEROIDS ON SOCIOSEXUAL BEHAVIORS OF HAMSTERS. *Physiol. Behav.* 51, 1189-1193.
- Endler, J.A., Thery, M., 1996. Interacting effects of lek placement, display behavior, ambient light, and color patterns in three neotropical forest-dwelling birds. *Am. Nat.* 148, 421-452.
- Erkert, H.G., Kappeler, P.M., 2004. Arrived in the light: diel and seasonal activity patterns in wild Verreaux's sifakas (*Propithecus v. verreauxi*; Primates : Indriidae). *Behav. Ecol. Sociobiol.* 57, 174-186.
- Evans, J.A., Elliott, J.A., Gorman, M.R., 2007. Circadian effects of light no brighter than moonlight. *J. Biol. Rhythms* 22, 356-367.
- Evans, J.E., Cuthill, I.C., Bennett, A.T.D., 2006. The effect of flicker from fluorescent lights on mate choice in captive birds. *Anim. Behav.* 72, 393-400.
- Evans, J.E., Smith, E.L., Bennett, A.T.D., Cuthill, I.C., Buchanan, K.L., 2012. Short-term physiological and behavioural effects of high- versus low-frequency fluorescent light on captive birds. *Anim. Behav.* 83, 25-33.
- Fanjul-Moles, M.L., Bosques-Tistler, T., Prieto-Sagredo, J., Castanon-Cervantes, O., Fernandez-Rivera-Rio, L., 1998. Effect of variation in photoperiod and light intensity on oxygen consumption, lactate concentration and behavior in crayfish *Procambarus clarkii* and *Procambarus digueti*. *Comp. Biochem. Physiol. A-Mol. Integr. Physiol.* 119, 263-269.

- Farnell, Y.Z., West, J.R., Chen, W.J.A., Allen, G.C., Earnest, D.J., 2004. Developmental alcohol exposure alters light-induced phase shifts of the circadian activity rhythm in rats. *Alcoholism* 28, 1020-1027.
- Fernandez-Juricic, E., Tran, E., 2007. Changes in vigilance and foraging behaviour with light intensity and their effects on food intake and predator detection in house finches. *Anim. Behav.* 74, 1381-1390.
- Fernandezdemiguel, F., Arechiga, H., 1992. SENSORY INPUTS MEDIATING 2 OPPOSITE BEHAVIORAL-RESPONSES TO LIGHT IN THE CRAYFISH PROCAMBARUS-CLARKII. *J. Exp. Biol.* 164, 153-169.
- Fleet, J.C., Hong, J., Zhang, Z.T., 2004. Reshaping the way we view vitamin D signalling and the role of vitamin D in health. *Nutr. Res. Rev.* 17, 241-248.
- Folkedal, O., Stien, L.H., Torgersen, T., Oppedal, E., Olsen, R.E., Fosseidengen, J.E., Braithwaite, V.A., Kristiansen, T.S., 2012. Food anticipatory behaviour as an indicator of stress response and recovery in Atlantic salmon post-smolt after exposure to acute temperature fluctuation. *Physiol. Behav.* 105, 350-356.
- Folkedal, O., Torgersen, T., Olsen, R.E., Ferno, A., Nilsson, J., Oppedal, F., Stien, L.H., Kristiansen, T.S., 2012b. Duration of effects of acute environmental changes on food anticipatory behaviour, feed intake, oxygen consumption, and cortisol release in Atlantic salmon parr. *Physiol. Behav.* 105, 283-291.
- Fonken, L.K., Finy, M.S., Walton, J.C., Weil, Z.M., Workman, J.L., Ross, J., Nelson, R.J., 2009. Influence of light at night on murine anxiety- and depressive-like responses. *Behav. Brain Res.* 205, 349-354.
- Franklin, A.E., Engeland, C.G., Kavaliers, M., Ossenkopp, K.P., 2003. Lipopolysaccharide-induced hypoactivity and behavioral tolerance development are modulated by the light-dark cycle in male and female rats. *Psychopharmacology* 170, 399-408.
- Fraser, A.F., Broom, D.M., 1990. *Farm Animal Behaviour and Welfare*, 3rd edition. Baillière Tindall, London.
- Fujioka, A., Fujioka, T., Tsuruta, R., Izumi, T., Kasaoka, S., Maekawa, T., 2011. Effects of a constant light environment on hippocampal neurogenesis and memory in mice. *Neurosci. Lett.* 488, 41-44.
- Fuller, R.C., 2002. Lighting environment predicts the relative abundance of male colour morphs in bluefin killifish (*Lucania goodei*) populations. *Proc. R. Soc. Lond. Ser. B-Biol. Sci.* 269, 1457-1465.
- Fuller, R.C., Noa, L.A., 2010. Female mating preferences, lighting environment, and a test of the sensory bias hypothesis in the bluefin killifish. *Anim. Behav.* 80, 23-35.
- Fuller, Z., Cox, J.E., Argo, C.M., 2001. Photoperiodic entrainment of seasonal changes in the appetite, feeding behaviour, growth rate and pelage of pony colts. *Anim. Sci.* 72, 65-74.
- Gaffin, D.D., Bumm, L.A., Taylor, M.S., Popokina, N.V., Mann, S., 2012. Scorpion fluorescence and reaction to light. *Anim. Behav.* 83, 429-436.
- Geetha, L., 1996. How does the nocturnal animal, *Mus booduga*, programme its activity in response to varying durations of light and darkness? *Curr. Sci.* 71, 65-68.
- Gershwin, L.A., Dawes, P., 2008. Preliminary observations on the response of *Chironex fleckeri* (Cnidaria : Cubozoa : Chirodropida) to different colors of light. *Biol. Bull.* 215, 57-62.
- Gonzalez, M.M.C., Aston-Jones, G., 2006. Circadian regulation of arousal: Role of the noradrenergic locus coeruleus system and light exposure. *Sleep* 29, 1327-1336.
- Gonzalez, M.M.C., Aston-Jones, G., 2008. Light deprivation damages monoamine neurons and produces a depressive behavioral phenotype in rats. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 105, 4898-4903.
- Goodwin, D., Bradshaw, J.W.S., Wickens, S.M., 1997. Paedomorphosis affects agonistic visual signals of domestic dogs. *Anim. Behav.* 53, 297-304.
- Gorka, Z., Adamik, P., 1993. THE EFFECT OF RESERPINE AND STRESS ON FEEDING-BEHAVIOR IN THE LIGHT AND DARK PHASES OF THE DIURNAL CYCLE IN RATS. *J. Pharm. Pharmacol.* 45, 137-138.
- Green, S.M., Romero, A., 1997. Responses to light in two blind cave fishes (*Amblyopsis spelaea* and *Typhlichthys subterraneus*) (Pisces: Amblyopsidae). *Environ. Biol. Fishes* 50, 167-174.
- Greenwood, V.J., Smith, E.L., Cuthill, I.C., Bennett, A.T.D., Goldsmith, A.R., Griffiths, R., 2002. Do European starlings prefer light environments containing UV? *Anim. Behav.* 64, 923-928.
- Greenwood, V.J., Smith, E.L., Goldsmith, A.R., Cuthill, I.C., Crisp, L.H., Walter-Swan, M.B., Bennett, A.T.D., 2004. Does the flicker frequency of fluorescent lighting affect the welfare of captive European starlings? *Appl. Anim. Behav. Sci.* 86, 145-159.

- Gregory, P.T., 2009. NORTHERN LIGHTS AND SEASONAL SEX: THE REPRODUCTIVE ECOLOGY OF COOL-CLIMATE SNAKES. *Herpetologica* 65, 1-13.
- Greiveldinger, L., Veissier, I., Boissy, A., 2007. Emotional experience in sheep: Predictability of a sudden event lowers subsequent emotional responses. *Physiol. Behav.* 92, 675-683.
- Grosse, J., Loudon, A.S.I., Hastings, M.H., 1995. BEHAVIORAL AND CELLULAR-RESPONSES TO LIGHT OF THE CIRCADIAN SYSTEM OF TAU MUTANT AND WILD-TYPE SYRIAN-HAMSTERS. *Neuroscience* 65, 587-597.
- Gutzler, S.J., Karom, M., Erwin, W.D., Albers, H.E., 2009. Photoperiodic regulation of adrenal hormone secretion and aggression in female Syrian hamsters. *Horm. Behav.* 56, 481-489.
- Hakim, H., Debernardo, A.P., Silver, R., 1991. CIRCADIAN LOCOMOTOR RHYTHMS, BUT NOT PHOTOPERIODIC RESPONSES, SURVIVE SURGICAL ISOLATION OF THE SCN IN HAMSTERS. *J. Biol. Rhythms* 6, 97-113.
- Hascoet, M., Bourin, M., 1998. A new approach to the light/dark test procedure in mice. *Pharmacol. Biochem. Behav.* 60, 645-653.
- Hascoet, M., Bourin, M., Dhonnchadha, B.A.N., 2001. The mouse light-dark paradigm: A review. *Prog. Neuro-Psychopharmacol. Biol. Psychiatry* 25, 141-166.
- Hayes, J.M., Balkema, G.W., 1993. VISUAL THRESHOLDS IN MICE - COMPARISON OF RETINAL LIGHT DAMAGE AND HYPOPIGMENTATION. *Visual Neurosci.* 10, 931-938.
- Henry, L., Le Cars, K., Mathelier, M., Bruderer, C., Hausberger, M., 2008. The use of a mirror as a 'social substitute' in laboratory birds. *C. R. Biol.* 331, 526-531.
- Herrero, M.J., Madrid, J.A., Sanchez-Vazquez, F.J., 2003. Entrainment to light of circadian activity rhythms in tench (*Tinca tinca*). *Chronobiol. Int.* 20, 1001-1017.
- Hill, W.L., Bassi, K.L., Bonaventura, L., Sacus, J.E., 2004. Prehatch entrainment of circadian rhythms in the domestic chick using different light regimes. *Dev. Psychobiol.* 45, 174-186.
- Hirsh, J., Riemensperger, T., Coulom, H., Iche, M., Coupar, J., Birman, S., 2010. Roles of Dopamine in Circadian Rhythmicity and Extreme Light Sensitivity of Circadian Entrainment. *Curr. Biol.* 20, 209-214.
- Horowitz, A., 2009. Inside of a dog: What dogs see, smell, and know. Scribner Book Company.
- Haupt, K.A., 2010. Domestic animal behavior for veterinarians and animal scientists. Wiley-Blackwell.
- Huang, Y., Zhou, W.X., Zhang, Y.X., 2012. Bright lighting conditions during testing increase thigmotaxis and impair water maze performance in BALB/c mice. *Behav. Brain Res.* 226, 26-31.
- Hughes, A.T.L., Piggins, H.D., 2008. Behavioral responses of *Vipr2*(-/-) mice to light. *J. Biol. Rhythms* 23, 211-219.
- Ipema, B., Koene, P., De Mol, R., 2011. Advisering voor vervolg Positieflijst Zoogdieren, Wageningen Livestock Research, Lelystad.
- Ipema, B., Koene, P., De Mol, R., Hopster, H., 2010. Systematiek voor het opstellen van de Positieflijst voor zoogdieren, Wageningen Livestock Research, Lelystad.
- Jensen, K.H., Kleiven, O.T., Jakobsen, P.J., 1999. How important is light in the aggregation behaviour of *Daphnia pulex* (Cladocera : Crustacea)? *Hydrobiologia* 411, 13-18.
- Jensen, P., 2009. The ethology of domestic animals: an introductory text. CABI publishing.
- Jeppesen, L.L., Pedersen, V., Heller, K.E., 2000. Preference for various nest box designs in farmed silver foxes (*Vulpes vulpes*) and blue foxes (*Alopex lagopus*). *Appl. Anim. Behav. Sci.* 67, 127-135.
- Jilge, B., Stahle, H., 1993. RESTRICTED FOOD ACCESS AND LIGHT-DARK - IMPACT OF CONFLICTING ZEITGEBERS ON CIRCADIAN-RHYTHMS OF THE RABBIT. *Am. J. Physiol.* 264, R708-R715.
- Kalmar, I.D., Moons, C.P.H., Meers, L.L., Janssens, G.P.J., 2007. Psittacine birds as laboratory animals: Refinements and assessment of welfare. *J. Amer. Assoc. Lab. Anim. Sci.* 46, 8-15.
- Kanarek, R.B., D'Anci, K.E., 2000. Diet and lighting conditions modify the effects of the kappa opioid agonist U50,488H on feeding behavior in rats. *Nutr. Neurosci.* 3, 231-243.
- Kaneko, M., Hamblen, M.J., Hall, J.C., 2000. Involvement of the period gene in developmental time-memory: Effect of the *per*(Short) mutation on phase shifts induced by light pulses delivered to *Drosophila* larvae. *J. Biol. Rhythms* 15, 13-30.
- Kang, I., Malpeli, J.G., 2009. Dim-Light Sensitivity of Cells in the Awake Cat's Lateral Geniculate and Medial Interlaminar Nuclei: A Correlation With Behavior. *J. Neurophysiol.* 102, 841-852.
- Katzir, G., Strod, T., Schechtman, E., Hareli, S., Arad, Z., 1999. Cattle egrets are less able to cope with light refraction than are other herons. *Anim. Behav.* 57, 687-694.
- Kavanau, J.L., 1978. COMPULSORY REGIME AND CONTROL OF ENVIRONMENT IN ANIMAL BEHAVIOR .4. LIGHT LEVEL PREFERENCES OF CACTUS MICE, *PEROMYSCUS-EREMICUS*. *Behaviour* 65, 161-181.

- Kavanau, J.L., Havenhill, R.M., 1976. COMPULSORY REGIME AND CONTROL OF ENVIRONMENT IN ANIMAL BEHAVIOR .3. LIGHT LEVEL PREFERENCES OF SMALL NOCTURAL MAMMALS. *Behaviour* 59, 203-225.
- Kavanau, J.L., Ramos, J., Havenhil.Rm, 1973. COMPULSORY REGIME AND CONTROL OF ENVIRONMENT IN ANIMAL BEHAVIOR .2. LIGHT LEVEL PREFERENCES OF CARNIVORES. *Behaviour* 46, 279-299.
- Kessel, L., Siganos, G., Jorgensen, T., Larsen, M., 2011. Sleep Disturbances Are Related to Decreased Transmission of Blue Light to the Retina Caused by Lens Yellowing. *Sleep* 34, 1215-1219.
- Kessler, E.J., Sprouse, J., Harrington, M.E., 2008. NAN-190 potentiates the circadian response to light and speeds re-entrainment to advanced light cycles. *Neuroscience* 154, 1187-1194.
- Kitanaka, N., Kitanaka, J., Hall, F.S., Uhl, G.R., Watabe, K., Kubo, H., Takahashi, H., Tatsuta, T., Morita, Y., Takemura, M., 2012. A single administration of methamphetamine to mice early in the light period decreases running wheel activity observed during the dark period. *Brain Res.* 1429, 155-163.
- Kliman, R.M., Lynch, G.R., 1991. EVIDENCE FOR INDEPENDENCE OF CIRCADIAN CHARACTERS AND EXTENT OF PHOTORESPONSIVENESS IN THE DJUNGARIAN HAMSTER, PHODOPUS-SUNGORUS. *J. Biol. Rhythms* 6, 159-166.
- Klinglmair, K., Stevens, K.B., Gregory, N.G., 2011. Luminance and glare in indoor cattle-handling facilities. *Anim. Welf.* 20, 263-269.
- Knierim, U., 2006. Animal welfare aspects of outdoor runs for laying hens: a review. *NJAS-Wagen. J. Life Sci.* 54, 133-145.
- Koene, P., 1996. Temporal structure of red jungle fowl crow sequences: Single-case analysis. *Behav. Processes* 38, 193-202.
- Koivula, M., Korpimäki, E., Viitala, J., 1997. Do Tengmalm's owls see vole scent marks visible in ultraviolet light? *Anim. Behav.* 54, 873-877.
- Kolker, D.E., Fukuyama, H., Huang, D.S., Takahashi, J.S., Horton, T.H., Turek, F.W., 2003. Aging alters circadian and light-induced expression of clock genes in golden hamsters. *J. Biol. Rhythms* 18, 159-169.
- Koprowska, M., Krotewicz, M., Romaniuk, A., Strzelczuk, M., Wieczorek, M., 1999. Behavioral and neurochemical alterations evoked by p-Chlorophenylalanine application in rats examined in the light-dark crossing test. *Acta Neurobiol. Exp.* 59, 15-22.
- Kotliar, K.E., Vilser, W., Nagel, E., Lanzl, I.M., 2004. Retinal vessel reaction in response to chromatic flickering light. *Graefes Arch. Clin. Exp. Ophthalmol.* 242, 377-392.
- Krautwald-Junghanns, M.E., Ellerich, R., Mitterer-Istyagin, H., Ludewig, M., Fehlhaber, K., Schuster, E., Berk, J., Dressel, A., Petermann, S., Kruse, W., Noack, U., Albrecht, K., Bartels, T., 2011. Examination of the prevalence of skin injuries in debeaked fattened turkeys. *Berliner Munchener Tierarztl. Wochenschr.* 124, 8-16.
- Kristensen, H.H., Aerts, J.M., Leroy, T., Wathes, C.M., Berckmans, D., 2006. Modelling the dynamic activity of broiler chickens in response to step-wise changes in light intensity. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 101, 125-143.
- Krivisky, K., Ashkenazy, T., Kronfeld-Schor, N., Einat, H., 2011. Antidepressants Reverse Short-Photoperiod-Induced, Forced Swim Test Depression-Like Behavior in the Diurnal Fat Sand Rat: Further Support for the Utilization of Diurnal Rodents for Modeling Affective Disorders. *Neuropsychobiology* 63, 191-196.
- Krohn, T.C., Ritskes-Hoitinga, J., Svendsen, P., 1999. The effects of feeding and housing on the behaviour of the laboratory rabbit. *Lab. Anim.* 33, 101-107.
- Krysiak, M.E., Bankieris, K.R., Abid, Q., Kui, G.H., Rodman, H.R., 2011. The effect of ecologically relevant variations in light level on the performance of Mongolian gerbils on two visual tasks. *Behav. Processes* 88, 135-141.
- Kuhles, A., Petersen, J., 2005. Influence of light and darkness on the process of adaptation in chicks - a review. *Arch. Geflugelkd.* 69, 2-10.
- Lambin, M., Charii, F., Meille, O., Campan, R., 1990. EFFECTS OF TOTAL LIGHT DEPRIVATION ON VISUALLY GUIDED ORIENTATION OF THE FIELD CRICKET GRYLLUS-BIMACULATUS. *Behav. Processes* 22, 165-176.
- Lampert, R.M.S., de Azevedo, C.V.M., Menezes, A.A.L., 2011. Influence of Different Light Intensities on the Daily Grooming Distribution of Common Marmosets *Callithrix jacchus*. *Folia Primatol.* 82, 131-142.

- Lance, S.J., Miller, S.C., Holtsclaw, L.I., Turner, B.B., 1998. Photoperiod regulation of mineralocorticoid receptor mRNA expression in hamster hippocampus. *Brain Res.* 780, 342-347.
- Landry, G.J., Mistlberger, R.E., 2005. Differential effects of constant light on circadian clock resetting by photic and nonphotic stimuli in Syrian hamsters. *Brain Res.* 1059, 52-58.
- Landsberger, M., von der Emde, G., Haverkate, D., Schuster, S., Gentsch, J., Ulbricht, E., Reichenbach, A., Makarov, F., Wagner, H.J., 2008. Dim light vision - Morphological and functional adaptations of the eye of the mormyrid fish, *Gnathonemus petersii*. *J. Physiol.-Paris* 102, 291-303.
- Lang, R., Hintner, H., Hermann, A., Brandstaetter, R., 2003. Photoperiod modulates melanoma growth in C57BL/6 mice. *Exp. Dermatol.* 12, 510-513.
- Lau, B.W.M., Ren, C.R., Yang, J., Yan, S.W.L., Chang, R.C.C., Pu, M.L., So, K.F., 2011. Light Deprivation Induces Depression-Like Behavior and Suppresses Neurogenesis in Diurnal Mongolian Gerbil (*Meriones unguiculatus*). *Cell Transplant.* 20, 871-881.
- Lax, P., Madrid, J.A., 2000. Macronutrient self-selection pattern in rats under different lighting conditions. *Biol. Rhythm Res.* 31, 71-87.
- Lay, D.C., Buchanan, H.S., Haussmann, M.F., 1999. A note on simulating the 'observer effect' using constant photoperiod on nursery pigs. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 63, 301-309.
- Le Neindre, P., Guemene, D., Arnould, C., Leterrier, C., Faure, J.M., Prunier, A., Meunier-Salaun, M.C., Oie, 2004. Space, environmental design and behaviour: Effect of space and environment on animal welfare. Office Int Epizooties, Paris.
- Leach, M.C., Main, D.C.J., 2008. An assessment of laboratory mouse welfare in UK animal units. *Anim. Welf.* 17, 171-187.
- Leenstra, F., Vinke, C., Van Dongen, M., Pasmooij, N., Van der Leij, R., Ferwerda, R., Stumpel, J., 2010. Ongerief bij gezelschapsdieren, Wageningen UR Livestock Research, Lelystad.
- Lemercier, H., 2000. Environmental enrichment: Music, day and dusk, how do they influence the rat's behaviour in laboratory (*Rattus norvegicus*)? *Sci. Tech. Anim. Lab.* 25, 23-30.
- Lemos, D.R., Downs, J.L., Raitiere, M.N., Urbanski, H.F., 2009. Photoperiodic modulation of adrenal gland function in the rhesus macaque: effect on 24-h plasma cortisol and dehydroepiandrosterone sulfate rhythms and adrenal gland gene expression. *J. Endocrinol.* 201, 275-285.
- LeSauter, J., Silver, R., Cloues, R., Witkovsky, P., 2011. Light exposure induces short- and long-term changes in the excitability of retinorecipient neurons in suprachiasmatic nucleus. *J. Neurophysiol.* 106, 576-588.
- Levenson, J., Byrne, J.H., Eskin, A., 1999. Levels of serotonin in the hemolymph of *Aplysia* are modulated by light/dark cycles and sensitization training. *J. Neurosci.* 19, 8094-8103.
- Levy, O., Appelbaum, L., Leggat, W., Gothliff, Y., Hayward, D.C., Miller, D.J., Hoegh-Guldberg, O., 2007. Light-responsive cryptochromes from a simple multicellular animal, the coral *Acropora millepora*. *Science* 318, 467-470.
- Lewis, P.D., Morris, T.R., 1999. Light intensity and performance of domestic pullets. *Worlds Poult. Sci. J.* 55, 241-250.
- Li, C.L., Luo, X.X., Huang, X.H., Gu, B.H., 2008. Effects of Temperature, Salinity, pH, and Light on Filtering and Grazing Rates of a Calanoid Copepod (*Schmackeria dubia*). *TheScientificWorldJOURNAL* 8, 1219-1227.
- Lien, E.L., Hammond, B.R., 2011. Nutritional influences on visual development and function. *Prog. Retin. Eye Res.* 30, 188-203.
- Lincoln, G.A., 1992. PHOTOPERIOD PINEAL HYPOTHALAMIC RELAY IN SHEEP. *Anim. Reprod. Sci.* 28, 203-217.
- Lincoln, G.A., Clarke, I.J., 2002. Noradrenaline and dopamine regulation of prolactin secretion in sheep: Role in prolactin homeostasis but not photoperiodism. *J. Neuroendocrinol.* 14, 36-44.
- Lisney, T.J., Ekesten, B., Tauson, R., Hastad, O., Odeen, A., 2012. Using electroretinograms to assess flicker fusion frequency in domestic hens *Gallus gallus domesticus*. *Vision Res.* 62, 125-133.
- Longstreth, J.D., Degrujil, F.R., Kripke, M.L., Takizawa, Y., Vanderleun, J.C., 1995. EFFECTS OF INCREASED SOLAR ULTRAVIOLET-RADIATION ON HUMAN HEALTH. *Ambio* 24, 153-165.
- Lopez-Olmeda, J.F., Montoya, A., Oliveira, C., Sanchez-Vazquez, F.J., 2009. SYNCHRONIZATION TO LIGHT AND RESTRICTED-FEEDING SCHEDULES OF BEHAVIORAL AND HUMORAL DAILY RHYTHMS IN GILTHEAD SEA BREAM (*SPARUS AURATA*). *Chronobiol. Int.* 26, 1389-1408.

- Lu, B., Liu, W., Guo, F., Guo, A., 2008. Circadian modulation of light-induced locomotion responses in *Drosophila melanogaster*. *Genes Brain Behav.* 7, 730-739.
- Lucas, R.M., 2011. An Epidemiological Perspective of Ultraviolet Exposure-Public Health Concerns. *Eye Contact Lens-Sci. Clin. Pra.* 37, 168-175.
- Lucas, R.M., Repacholi, M.H., McMichael, A.J., 2006. Is the current public health message on UV exposure correct? *Bull. World Health Organ.* 84, 485-491.
- Lund, V., Algers, B., 2003. Research on animal health and welfare in organic farming - a literature review. *Livest. Prod. Sci.* 80, 55-68.
- Ma, L., Lin, X.M., 2010. Effects of lutein and zeaxanthin on aspects of eye health. *J. Sci. Food Agric.* 90, 2-12.
- Ma, L., Lin, X.M., Zou, Z.Y., Xu, X.R., Li, Y., Xu, R., 2009. A 12-week lutein supplementation improves visual function in Chinese people with long-term computer display light exposure. *Br. J. Nutr.* 102, 186-190.
- MacDougall-Shackleton, S.A., Sherry, D.F., Clark, A.P., Pinkus, R., Hernandez, A.M., 2003. Photoperiodic regulation of food storing and hippocampus volume in black-capped chickadees, *Poecile atricapillus*. *Anim. Behav.* 65, 805-812.
- MacNeil, G., Sela, Y., McIntosh, J., Zacharko, R.M., 1997. Anxiogenic behavior in the light-dark paradigm following intraventricular administration of cholecystokinin-8S, restraint stress, or uncontrollable footshock in the CD-1 mouse. *Pharmacol. Biochem. Behav.* 58, 737-746.
- Maddocks, S.A., Bennett, A.T.D., Hunt, S., Cuthill, I.C., 2002. Context-dependent visual preferences in starlings and blue tits: mate choice and light environment. *Anim. Behav.* 63, 69-75.
- Maddocks, S.A., Cuthill, I.C., Goldsmith, A.R., Sherwin, C.M., 2001a. Behavioural and physiological effects of absence of ultraviolet wavelengths for domestic chicks. *Anim. Behav.* 62, 1013-1019.
- Maddocks, S.A., Goldsmith, A.R., Cuthill, I.C., 2001b. The influence of flicker rate on plasma corticosterone levels of European starlings, *Sturnus vulgaris*. *Gen. Comp. Endocrinol.* 124, 315-320.
- Maldonado, E., Navarro, J.F., 2000. Effects of 3,4-methylenedioxy-methamphetamine (MDMA) on anxiety in mice tested in the light-dark box. *Prog. Neuro-Psychopharmacol. Biol. Psychiatry* 24, 463-472.
- Mangels, R.A., Powers, J.B., Blaustein, J.D., 1998. Effect of photoperiod on neural estrogen and progesterin receptor immunoreactivity in female Syrian hamsters. *Brain Res.* 796, 63-74.
- Manns, M., Gunturkun, O., 2003. Light experience induces differential asymmetry pattern of GABA- and parvalbumin-positive cells in the pigeon's visual midbrain. *J. Chem. Neuroanat.* 25, 249-259.
- Manor, S., Polak, O., Saidel, W.M., Goulet, T.L., Shashar, N., 2009. Light intensity mediated polarotaxis in *Pontella karachiensis* (Pontellidae, Copepoda). *Vision Res.* 49, 2371-2378.
- Manser, C., 1996. Effects of lighting on the welfare of domestic poultry: a review. *Anim. Welf.* 5, 341-360.
- Margrain, T.H., Boulton, M., Marshall, J., Sliney, D.H., 2004. Do blue light filters confer protection against age-related macular degeneration? *Prog. Retin. Eye Res.* 23, 523-531.
- Martens, J.D., Ieee, 1997. Improved lighting and ventilation systems for dairy facilities: Its effects on herd health and milk production. I E E E, New York.
- MARTINEZ CHAVEZ, C.C., 2008. PHOTIC ENTRAINMENT AND ONSET OF PUBERTY IN NILE TILAPIA *Oreochromis niloticus niloticus*, INSTITUTE OF AQUACULTURE, UNIVERSITY OF STIRLING.
- Martino, T.A., Oudit, G.Y., Herzenberg, A.M., Tata, N., Koletar, M.M., Kabir, G.M., Belsham, D.D., Backx, P.H., Ralph, M.R., Sole, M.J., 2008. Circadian rhythm disorganization produces profound cardiovascular and renal disease in hamsters. *Am. J. Physiol.-Regul. Integr. Comp. Physiol.* 294, R1675-R1683.
- Martrenchar, A., 1999. Animal welfare and intensive production of turkey broilers. *Worlds Poult. Sci. J.* 55, 143-152.
- Martynhak, B.J., Correia, D., Morais, L.H., Araujo, P., Andersen, M.L., Lima, M.M.S., Louzada, F.M., Andreatini, R., 2011. Neonatal exposure to constant light prevents anhedonia-like behavior induced by constant light exposure in adulthood. *Behav. Brain Res.* 222, 10-14.
- Martynova, D.M., Gordeeva, A.V., 2010. Light-dependent behavior of abundant zooplankton species in the White Sea. *J. Plankton Res.* 32, 441-456.
- Mason, A.O., Duffy, S., Zhao, S., Ubuka, T., Bentley, G.E., Tsutsui, K., Silver, R., Kriegsfeld, L.J., 2010. Photoperiod and Reproductive Condition Are Associated with Changes in RFamide-Related Peptide (RFRP) Expression in Syrian Hamsters (*Mesocricetus auratus*). *J. Biol. Rhythms* 25, 176-185.

- Mason, R., 1991. THE EFFECTS OF CONTINUOUS LIGHT EXPOSURE ON SYRIAN-HAMSTER SUPRACHIASMATIC (SCN) NEURONAL DISCHARGE ACTIVITY INVITRO. *Neurosci. Lett.* 123, 160-163.
- Matheson, S.M., Asher, L., Bateson, M., 2008. Larger, enriched cages are associated with 'optimistic' response biases in captive European starlings (*Sturnus vulgaris*). *Appl. Anim. Behav. Sci.* 109, 374-383.
- Mathger, L.M., 2003. The response of squid and fish to changes in the angular distribution of light. *J. Mar. Biol. Assoc. U.K.* 83, 849-856.
- Matter, F., Oester, H., 1995. EFFECT OF DIFFERENT LIGHTING PROGRAMS ON BODY CONDITION AND BEHAVIOR OF BROILERS. *Schweiz. Arch. Tierheilkd.* 137, 141-148.
- Mattiello, S., 2009. Welfare issues of modern deer farming. *Ital. J. Anim. Sci.* 8, 205-217.
- McCarron, E., Burnell, G., Kerry, J., Mouzakitis, G., 2010. An experimental assessment on the effects of photoperiod treatments on the somatic and gonadal growth of the juvenile European purple sea urchin *Paracentrotus lividus*. *Aquac. Res.* 41, 1072-1081.
- McLennan, I.S., Taylor-Jeffs, J., 2004. The use of sodium lamps to brightly illuminate mouse houses during their dark phases. *Lab. Anim.* 38, 384-392.
- Mead, S., Ebling, F.J.P., Maywood, E.S., Humby, T., Herbert, J., Hastings, M.H., 1992. A NONPHOTIC STIMULUS CAUSES INSTANTANEOUS PHASE ADVANCES OF THE LIGHT-ENTRAINABLE CIRCADIAN OSCILLATOR OF THE SYRIAN-HAMSTER BUT DOES NOT INDUCE THE EXPRESSION OF C-FOS IN THE SUPRACHIASMATIC NUCLEI. *J. Neurosci.* 12, 2516-2522.
- Meek, L.R., Lee, T.M., 1993. PREDICTION OF FERTILITY BY MATING LATENCY AND PHOTOPERIOD IN NULLIPAROUS AND PRIMIPAROUS MEADOW VOLES (*MICROTUS-PENNSYLVANICUS*). *J. Reprod. Fertil.* 97, 353-357.
- Mendoza, J., Graff, C., Dardente, H., Pevet, P., Challet, E., 2005. Feeding cues alter clock gene oscillations and photic responses in the Suprachiasmatic nuclei of mice exposed to a light/dark cycle. *J. Neurosci.* 25, 1514-1522.
- Michels, E., De Meester, L., 1998. The influence of food quality on the phototactic behaviour of *Daphnia magna* Straus. *Hydrobiologia* 379, 199-206.
- Michels, E., Leynen, M., Cousyn, C., De Meester, L., Ollevier, F., 1999. Phototactic behavior of *Daphnia* as a tool in the continuous monitoring of water quality: Experiments with a positively phototactic *Daphnia magna* clone. *Water Res.* 33, 401-408.
- Michels, E., Semsari, S., Bin, C., De Meester, L., 2000. Effect of sublethal doses of cadmium on the phototactic behavior of *Daphnia magna*. *Ecotox. Environ. Safe.* 47, 261-265.
- Mickman, C.T., Stubblefield, J.S., Harrington, M.E., Nelson, D.E., 2008. Photoperiod alters phase difference between activity onset in vivo and mPer2::luc peak in vitro. *Am. J. Physiol.-Regul. Integr. Comp. Physiol.* 295, R1688-R1694.
- Miklósi, Á., 2008. Dog behaviour, evolution, and cognition. Oxford University Press.
- Mimouni, P., Luciani, A., Clement, P., 1993. HOW FEMALES OF THE ROTIFER ASPLANCHNA-BRIGHTWELLI SWIM IN DARKNESS AND LIGHT - AN AUTOMATED TRACKING STUDY. *Hydrobiologia* 255, 101-108.
- Moffatt, C.A., Ball, G.F., Nelson, R.J., 1995. THE EFFECTS OF PHOTOPERIOD ON OLFACTORY C-FOS EXPRESSION IN PRAIRIE VOLES, *MICROTUS-OCHROGASTER*. *Brain Res.* 677, 82-88.
- Moffatt, C.A., Devries, A.C., Nelson, R.J., 1993. WINTER ADAPTATIONS OF MALE DEER MICE (*PEROMYSCUS-MANICULATUS*) AND PRAIRIE VOLES (*MICROTUS-OCHROGASTER*) THAT VARY IN REPRODUCTIVE RESPONSIVENESS TO PHOTOPERIOD. *J. Biol. Rhythms* 8, 221-232.
- Moinard, C., Lewis, P.D., Perry, G.C., Sherwin, C.M., 2001. The effects of light intensity and light source on injuries due to pecking of male domestic turkeys (*Meleagris gallopavo*). *Anim. Welf.* 10, 131-139.
- Moller, A.P., Sanotra, G.S., Vestergaard, K.S., 1999. Developmental instability and light regime in chickens (*Gallus gallus*). *Appl. Anim. Behav. Sci.* 62, 57-71.
- Monecke, S., Wollnik, F., 2005. Seasonal variations in circadian rhythms coincide with a phase of sensitivity to short photoperiods in the European hamster. *J. Comp. Physiol. B-Biochem. Syst. Environ. Physiol.* 175, 167-183.
- Montoya, A., Lopez-Olmeda, J.F., Garayzar, A.B.S., Sanchez-Vazquez, F.J., 2010. Synchronization of daily rhythms of locomotor activity and plasma glucose, cortisol and thyroid hormones to feeding in Gilthead seabream (*Sparus aurata*) under a light-dark cycle. *Physiol. Behav.* 101, 101-107.

- Moreira, P.S.A., Volpato, G.L., 2004. Conditioning of stress in Nile tilapia. *J. Fish Biol.* 64, 961-969.
- Morin, L.P., Studholme, K.M., 2009. Millisecond Light Pulses Make Mice Stop Running, then Display Prolonged Sleep-Like Behavior in the Absence of Light. *J. Biol. Rhythms* 24, 497-508.
- Morozova, M.V., Kulikov, A.V., 2010. The Influence of Genotype and Day or Night Time of Testing on Mice Behavior in the Light-Dark Box and the Open-Field Tests. *Zhurnal Vyss. Nervn. Deyatelnosti Im. I P Pavlov.* 60, 760-765.
- Mousa-Balabel, T.M., Mohamed, R.A., 2011. Effect of different photoperiods and melatonin treatment on rabbit reproductive performance. *Vet. Q.* 31, 165-171.
- Mrosovsky, N., Hattar, S., 2003. Impaired masking responses to light in melanopsin-knockout mice. *Chronobiol. Int.* 20, 989-999.
- Muheim, R., Backman, J., Akesson, S., 2002. Magnetic compass orientation in European robins is dependent on both wavelength and intensity of light. *J. Exp. Biol.* 205, 3845-3856.
- Munro, U., Munro, J.A., Phillips, J.B., Wiltschko, W., 1997. Effect of wavelength of light and pulse magnetisation on different magnetoreception systems in a migratory bird. *Aust. J. Zool.* 45, 189-198.
- Muntz, W.R.A., 1994a. EFFECTS OF LIGHT ON THE EFFICACY OF TRAPS FOR NAUTILUS-POMPILIUS. *Mar. Behav. Physiol.* 24, 189-193.
- Muntz, W.R.A., 1994b. SPATIAL SUMMATION IN THE PHOTOTACTIC BEHAVIOR OF NAUTILUS-POMPILIUS. *Mar. Behav. Physiol.* 24, 183-187.
- Muscat, L., Tischler, R.C., Morin, L.P., 2005. Functional analysis of the role of the median raphe as a regulator of hamster circadian system sensitivity to light. *Brain Res.* 1044, 59-66.
- Musio, C., 1997. Extraocular photosensitivity in invertebrates: A look into functional mechanisms and biophysical processes. World Scientific Publ Co Pte Ltd, Singapore.
- Nelson, R.J., Demas, G.E., Klein, S.L., 1998. Photoperiodic mediation of seasonal breeding and immune function in rodents: A multifactorial approach. *Am. Zool.* 38, 226-237.
- Nelson, R.J., Demas, G.E., Klein, S.L., Kriegsfeld, L.J., 1995. The influence of season, photoperiod, and pineal melatonin on immune function. *J. Pineal Res.* 19, 149-165.
- Nelson, R.J., Fine, J.B., Demas, G.E., Moffatt, C.A., 1996. Photoperiod and population density interact to affect reproductive and immune function in male prairie voles. *Am. J. Physiol.-Regul. Integr. Comp. Physiol.* 270, R571-R577.
- Newcomb, J.M., Lawrence, K.A., Watson, W.H., 2004. The influence of light on locomotion in the gastropod *Melibe leonina*. *Mar. Freshw. Behav. Physiol.* 37, 253-269.
- Newman, S.J., Ritz, D., Nicol, S., 2003. Behavioural reactions of Antarctic krill (*Euphausia superba* Dana) to ultraviolet and photosynthetically active radiation. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 297, 203-217.
- Noble, C., Cañon Jones, H.A., Damsgård, B., Flood, M.J., Midling, K.Ø., Roque, A., Sæther, B.S., Cottee, S.Y., 2012. Injuries and deformities in fish: their potential impacts upon aquacultural production and welfare. *Fish Physiol. Biochem.*, 1-23.
- Norval, M., Lucas, R.M., Cullen, A.P., de Groot, F.R., Longstreth, J., Takizawa, Y., van der Leun, J.C., 2011. The human health effects of ozone depletion and interactions with climate change. *Photochem. Photobiol. Sci.* 10, 199-225.
- Nuboer, J.F.W., Coemans, M., Vos, J.J., 1992. ARTIFICIAL LIGHTING IN POULTRY HOUSES - DO HENS PERCEIVE THE MODULATION OF FLUORESCENT LAMPS AS FLICKER. *Br. Poult. Sci.* 33, 123-133.
- O'Connor, E.A., Parker, M.O., McLeman, M.A., Demmers, T.G., Lowe, J.C., Cui, L., Davey, E.L., Owen, R.C., Wathes, C.M., Abeyesinghe, S.M., 2010. The impact of chronic environmental stressors on growing pigs, *Sus scrofa* (Part 1): stress physiology, production and play behaviour. *Animal* 4, 1899-1909.
- Oishi, K., 2009. Disrupted light-dark cycle induces obesity with hyperglycemia in genetically intact animals. *Neuroendocrinol. Lett.* 30, 458-461.
- Ojima, H., Taoka, M., Iriki, A., 2010. Adaptive Changes in Firing of Primary Auditory Cortical Neurons following Illumination Shift from Light to Dark in Freely Moving Guinea Pigs. *Cereb. Cortex* 20, 339-351.
- Oliveira, P.C., Pinheiro, A.L.B., de Castro, I.C.V., Reis, J.A., Noia, M.P., Gurgel, C., Cangussu, M.C.T., Ramalho, L.M.P., 2011. Evaluation of the Effects of Polarized Light (λ 400-200 nm) on the Healing of Third-Degree Burns in Induced Diabetic and Nondiabetic Rats. *Photomed. Laser Surg.* 29, 619-625.
- Olsson, I.A.S., Keeling, L.J., 2000. Night-time roosting in laying hens and the effect of thwarting access to perches. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 68, 243-256.

- Olsson, I.A.S., Keeling, L.J., 2002. The push-door for measuring motivation in hens: Laying hens are motivated to perch at night. *Anim. Welf.* 11, 11-19.
- Osiel, S., Golombek, D.A., Ralph, M.R., 1998. Conservation of locomotor behavior in the golden hamster: Effects of light cycle and a circadian period mutation. *Physiol. Behav.* 65, 123-131.
- Ossenkopp, K.P., van Anders, S.M., Engeland, C.G., Kavaliers, M., 2005. Influence of photoperiod and sex on locomotor behavior of meadow voles (*Microtus pennsylvanicus*) in an automated light-dark 'anxiety' test. *Psychoneuroendocrinology* 30, 869-879.
- Osteen, W.K., Spencer, R.L., Bare, D.J., McEwen, B.S., 1995. ANALYSIS OF SEVERE PHOTORECEPTOR LOSS AND MORRIS WATER-MAZE PERFORMANCE IN AGED RATS. *Behav. Brain Res.* 68, 151-158.
- Ozon, C., Dolisi, C., Ardisson, J., Crenesse, D., Gastaud, M., 1987. Synchronization of dog drinking behaviour by light/dark rhythm and food availability. *Biol. Rhythm Res.* 18, 205-217.
- Park, J.H., Takasu, N., Alvarez, M.I., Clark, K., Aimaq, R., Zucker, I., 2004. Long-term persistence of male copulatory behavior in castrated and photo-inhibited Siberian hamsters. *Horm. Behav.* 45, 214-221.
- Parker, A.R., 1998. Colour in Burgess Shale animals and the effect of light on evolution in the Cambrian. *Proc. R. Soc. Lond. Ser. B-Biol. Sci.* 265, 967-972.
- Parzefall, J., 1996. Behavioural and morphological changes caused by light conditions in deep-sea and shallow-water habitats. *Deep-Sea and Extreme Shallow-Water Habitats: Affinities and Adaptations*, 91-122.
- Pasqualetti, M., Bertolucci, C., Ori, M., Innocenti, A., Magnone, M.C., De Grip, W.J., Nardi, I., Foa, A., 2003. Identification of circadian brain photoreceptors mediating photic entrainment of behavioural rhythms in lizards. *Eur. J. Neurosci.* 18, 364-372.
- Pauley, S.M., 2004. Lighting for the human circadian clock: recent research indicates that lighting has become a public health issue. *Med. Hypotheses* 63, 588-596.
- Pereira-da-Silva, E.M., de Melo, M.P., de Oliveira, R.H.F., Pugine, S.M.P., 2012. Catalase and lactate dehydrogenase activity in tilapia subjected to contention stress: effect of the background color. *Cienc. Rural* 42, 894-899.
- Petersen, S., Tolle, K.H., Blobel, K., Grabner, A., Krieter, J., 2006. Evaluation of horse keeping in Schleswig-Holstein. *Zuchtungskunde* 78, 207-217.
- Pettifor, J.M., 2004. Nutritional rickets: deficiency of vitamin D, calcium, or both? *Am. J. Clin. Nutr.* 80, 1725S-1729S.
- Phillips, C.J.C., Johnson, P.N., Arab, T.M., 1997. The effect of supplementary light during winter on the growth, body composition and behaviour of steers and heifers. *Anim. Sci.* 65, 173-181.
- Phillips, C.J.C., Morris, I.D., 2001. A novel operant conditioning test to determine whether dairy cows dislike passageways that are dark or covered with excreta. *Anim. Welf.* 10, 65-72.
- Phillips, C.J.C., Morris, I.D., Lomas, C.A., Lockwood, S.J., 2000. The locomotion of dairy cows in passageways with different light intensities. *Anim. Welf.* 9, 421-431.
- Phillips, J.B., Muheim, R., Jorge, P.E., 2010. A behavioral perspective on the biophysics of the light-dependent magnetic compass: a link between directional and spatial perception? *J. Exp. Biol.* 213, 3247-3255.
- Pietsch, P., Sato, H., Noda, R., Richetti, S., Schneider, C.W., 1993. PHOTOTAXIC BEHAVIOR AND THE RETINOTECTAL TRANSPORT OF HORSERADISH-PEROXIDASE (HRP) IN SURGICALLY CREATED CYCLOPEAN SALAMANDER LARVAE (AMBYSTOMA). *Neurosci. Res.* 18, 35-43.
- Pinkston, J.W., Madden, G.J., Fowler, S.C., 2008. Effects of white and infrared lighting on apomorphine-induced pecking in pigeons. *Behav. Pharmacol.* 19, 347-352.
- Pollard, J.C., Littlejohn, R.P., 1994. BEHAVIORAL-EFFECTS OF LIGHT CONDITIONS ON RED DEER IN A HOLDING PEN. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 41, 127-134.
- Pontes, C.S., 2006. Displacement pattern of marine shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) (Crustacea, Decapoda, Penaeidae) in light and dark phases during a 24-hour period. *Rev. Bras. Zool.* 23, 223-227.
- Pontes, C.S., Arruda, M.D., 2005a. Artificial food access and digestive tract filling of juvenil marine shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone) (Crustacea, Decapoda, Penaeidae) during light and dark phases in 24-hour period. *Rev. Bras. Zool.* 22, 1039-1043.
- Pontes, C.S., Arruda, M.D., 2005b. Behavior of *Litopenaeus vannamei* (Boone) (Crustacea, Decapoda, Penaeidae) in relation to artificial food offer along light and dark phases in a 24 h period. *Rev. Bras. Zool.* 22, 648-652.
- Poulos, S.G., Borlongan, C.V., 2000. Artificial lighting conditions and melatonin alter motor performance in adult rats. *Neurosci. Lett.* 280, 33-36.

- Power, J.M., Ringo, J.M., Dowse, H.B., 1995. The effects of period mutations and light on the activity rhythms of *Drosophila melanogaster*. *J. Biol. Rhythms* 10, 267-280.
- Prato, F.S., Thomas, A.W., Cook, C.M., 2001. Human standing balance is acted by exposure to pulsed ELF magnetic fields: light intensity-dependent effects. *Neuroreport* 12, 1501-1505.
- Prendergast, B.J., Kay, L.M., 2008. Affective and adrenocorticotrophic responses to photoperiod in Wistar rats. *J. Neuroendocrinol.* 20, 261-267.
- Prescott, N.B., Wathes, C.M., Jarvis, J.R., 2003. Light, vision and the welfare of poultry. *Anim. Welf.* 12, 269-288.
- Provencio, I., Wong, S.Y., Lederman, A.B., Argamaso, S.M., Foster, R.G., 1994. VISUAL AND CIRCADIAN RESPONSES TO LIGHT IN AGED RETINALLY DEGENERATE MICE. *Vision Res.* 34, 1799-1806.
- Pum, M.E., Huston, J.P., Muller, C.P., Silva, M.A.D., 2009. Light-induced activity in the activity box is not aversively motivated and does not show between-trial habituation. *Physiol. Behav.* 96, 434-439.
- Quintero, R.A., Crossland, W.J., Cotton, D.B., 1994. EFFECT OF ENDOSCOPIC WHITE-LIGHT ON THE DEVELOPING VISUAL PATHWAY - A HISTOLOGIC, HISTOCHEMICAL, AND BEHAVIORAL-STUDY. *Am. J. Obstet. Gynecol.* 171, 1142-1148.
- Rado, R., Bronchti, G., Wollberg, Z., Terkel, J., 1992. SENSITIVITY TO LIGHT OF THE BLIND MOLE RAT - BEHAVIORAL AND NEUROANATOMICAL STUDY. *Isr. J. Zool.* 38, 323-331.
- Ralph, M.R., Mrosovsky, N., 1992. BEHAVIORAL-INHIBITION OF CIRCADIAN RESPONSES TO LIGHT. *J. Biol. Rhythms* 7, 353-359.
- Ramirez, C.J., Minch, J.D., Gay, J.M., Lahmers, S.M., Guerra, D.J., Haldorson, G.J., Schneider, T., Mealey, K.L., 2011. Molecular genetic basis for fluoroquinolone-induced retinal degeneration in cats. *Pharmacogenet. Genomics* 21, 66-75.
- Ramos, A., Pereira, E., Martins, G.C., Wehrmeister, T.D., Izidio, G.S., 2008. Integrating the open field, elevated plus maze and light/dark box to assess different types of emotional behaviors in one single trial. *Behav. Brain Res.* 193, 277-288.
- Rantalainen, T., Silvennoinen, M., Kainulainen, H., Sievanen, H., 2011. Vertical ground reaction force measurements and video measurements provide comparable estimates of distance moved by mice during artificial light and dark periods. *J. Neurosci. Methods* 197, 104-108.
- Raud, S., Innos, J., Abramov, U., Reimets, A., Koks, S., Soosaar, A., Matsui, T., Vasar, E., 2005. Targeted invalidation of CCK2 receptor gene induces anxiolytic-like action in light-dark exploration, but not in fear conditioning test. *Psychopharmacology* 181, 347-357.
- Redlin, U., Cooper, H.M., Mrosovsky, N., 2003. Increased masking response to light after ablation of the visual cortex in mice. *Brain Res.* 965, 1-8.
- Redlin, U., Mrosovsky, N., 1999. Masking by light in hamsters with SCN lesions. *J. Comp. Physiol. A-Sens. Neural Behav. Physiol.* 184, 439-448.
- Reebs, S.G., Maillet, D., 2003. Effect of cage enrichment on the daily use of running wheels by Syrian hamsters. *Chronobiol. Int.* 20, 9-20.
- Refinetti, R., 1997. Circadian rhythm of self-exposure to light in the golden hamster. *Behav. Processes* 40, 107-111.
- Reis, F.L.V., Masson, S., de Oliveira, A.R., Brandao, M.L., 2004. Dopaminergic mechanisms in the conditioned and unconditioned fear as assessed by the two-way avoidance and light switch-off tests. *Pharmacol. Biochem. Behav.* 79, 359-365.
- Reitzel, A.M., Behrendt, L., Tarrant, A.M., 2010. Light Entrained Rhythmic Gene Expression in the Sea Anemone *Nematostella vectensis*: The Evolution of the Animal Circadian Clock. *PLoS One* 5.
- Rickel, S., Genin, A., 2005. Twilight transitions in coral reef fish: the input of light-induced changes in foraging behaviour. *Anim. Behav.* 70, 133-144.
- Riedstra, B., Groothuis, T.G.G., 2004. Prenatal light exposure affects early feather-pecking behaviour in the domestic chick. *Anim. Behav.* 67, 1037-1042.
- Ringelberg, J., 1995. CHANGES IN LIGHT-INTENSITY AND DIEL VERTICAL MIGRATION - A COMPARISON OF MARINE AND FRESH-WATER ENVIRONMENTS. *J. Mar. Biol. Assoc. U.K.* 75, 15-25.
- Ringelberg, J., 1999. The photobehaviour of *Daphnia* spp. as a model to explain diel vertical migration in zooplankton. *Biol. Rev. Cambridge Philosophic. Soc.* 74, 397-423.
- Ritz, T., Adem, S., Schulten, K., 2000. A model for photoreceptor-based magnetoreception in birds. *Biophys. J.* 78, 707-718.
- Roberts, J.E., 2005. Update on the positive effects of light in humans. *Photochem. Photobiol.* 81, 490-492.

- Robson, A.A., de Leaniz, C.G., Wilson, R.P., Halsey, L.G., 2010. Effect of anthropogenic feeding regimes on activity rhythms of laboratory mussels exposed to natural light. *Hydrobiologia* 655, 197-204.
- Rochlitz, I., 2005. A review of the housing requirements of domestic cats (*Felis silvestris catus*) kept in the home. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 93, 97-109.
- Rodgers, R.J., Shepherd, J.K., 1993. INFLUENCE OF PRIOR MAZE EXPERIENCE ON BEHAVIOR AND RESPONSE TO DIAZEPAM IN THE ELEVATED PLUS-MAZE AND LIGHT-DARK TESTS OF ANXIETY IN MICE. *Psychopharmacology* 113, 237-242.
- Rodriguez, E., 1996. Light responses and eye regression in cavernicolous animals from the Jameos del Agua (Lanzarote, Canary Islands). *Deep-Sea and Extreme Shallow-Water Habitats: Affinities and Adaptations*, 145-150.
- Roedel, A., Storch, C., Holsboer, F., Ohl, F., 2006. Effects of light or dark phase testing on behavioural and cognitive performance in DBA mice. *Lab. Anim.* 40, 371-381.
- Rogers, D.C., Wright, P.W., Roberts, J.C., Reavill, C., Rothaul, A.L., Hunter, A.J., 1992. PHOTOTHROMBOTIC LESIONS OF THE FRONTAL-CORTEX IMPAIR THE PERFORMANCE OF THE DELAYED NONMATCHING TO POSITION TASK BY RATS. *Behav. Brain Res.* 49, 231-235.
- Rogers, L.J., 2010. Relevance of brain and behavioural lateralization to animal welfare. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 127, 1-11.
- Roman, E., Arborelius, L., 2009. Male but not female Wistar rats show increased anxiety-like behaviour in response to bright light in the defensive withdrawal test. *Behav. Brain Res.* 202, 303-307.
- Rosenthal, S.L., Vakili, M.M., Evans, J.A., Elliott, J.A., Gorman, M.R., 2005. Influence of photoperiod and running wheel access on the entrainment of split circadian rhythms in hamsters. *BMC Neurosci.* 6.
- Rossi-George, A., LeBlanc, F., Kaneta, T., Urbach, D., Kusnecov, A.W., 2004. Effects of bacterial superantigens on behavior of mice in the elevated plus maze and light-dark box. *Brain Behav. Immun.* 18, 46-54.
- Roux, K.E., Marra, P.P., 2007. The presence and impact of environmental lead in passerine birds along an urban to rural land use gradient. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 53, 261-268.
- Rowland, D.L., Vanderschoot, P., 1995. EFFECT OF CONSTANT LIGHT ON PARTURITION AND POSTPARTUM REPRODUCTION IN THE RAT. *Physiol. Behav.* 58, 567-572.
- Ruby, N.F., Barakat, M.T., Heller, H.C., 2004. Phenotypic differences in reentrainment behavior and sensitivity to nighttime light pulses in Siberian hamsters. *J. Biol. Rhythms* 19, 530-541.
- Rusak, B., Zucker, I., 1975. Biological rhythms and animal behavior. *Annual Review of Psychology* 26, 137-171.
- Salami, M., 2007. Light deprivation-related changes of strategy selection in the radial arm maze. *Physiol. Res.* 56, 123-128.
- Sanchez-Ramos, C., Vega, J.A., del Valle, M.E., Fernandez-Balbuena, A., Bonnin-Arias, C., Benitez-del Castillo, J.M., 2010. Role of Metalloproteases in Retinal Degeneration Induced by Violet and Blue Light, in: Anderson, R.E., LaVail, M.M., Hollyfield, J.G., Mandal, M.N.A. (Eds.), *Retinal Degenerative Diseases: Laboratory and Therapeutic Investigations*, Springer-Verlag Berlin, Berlin, pp. 159-164.
- Sanchez, J.A., Lopez-Olmeda, J.F., Blanco-Vives, B., Sanchez-Vazquez, F.J., 2009. Effects of feeding schedule on locomotor activity rhythms and stress response in sea bream. *Physiol. Behav.* 98, 125-129.
- Sancho, S., Rodriguez-Gil, J.E., Pinart, E., Briz, A., Garcia-Gil, N., Badia, E., Bassols, J., Pruneda, A., Bussalleu, E., Yeste, M., Casas, I., Palomo, M.J., Ramio, L., Bonet, S., 2006. Effects of exposing boars to different artificial light regimens on semen plasma markers and "in vivo" fertilizing capacity. *Theriogenology* 65, 317-331.
- Santos, A.D.F., Torres, C.A.A., da Fonseca, J.F., Borges, A.M., da Costa, E.P., Guimaraes, J.D., Rovay, H., 2006. Reproductive aspects of male goats under an artificial photoperiod exposure. *Rev. Bras. Zootecn.* 35, 1926-1933.
- Saranak, J., Foster, K.W., 2005. Photoreceptor for curling behavior in *Peranema trichophorum* and evolution of eukaryotic rhodopsins. *Eukaryot. Cell* 4, 1605-1612.
- Sasagawa, H., Narita, R., Kitagawa, Y., Kadowaki, T., 2003. The expression of genes encoding visual components is regulated by a circadian clock, light environment and age in the honeybee (*Apis mellifera*). *Eur. J. Neurosci.* 17, 963-970.
- Saszik, S., Bilotta, J., 1999. Effects of abnormal light-rearing conditions on retinal physiology in larvae zebrafish. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* 40, 3026-3031.

- Scantlebury, N., Sajic, R., Campos, A.R., 2007. Kinematic analysis of *Drosophila* larval locomotion in response to intermittent light pulses. *Behav. Genet.* 37, 513-524.
- Schaap, J., Meijer, J.H., 2001. Opposing effects of behavioural activity and light on neurons of the suprachiasmatic nucleus. *Eur. J. Neurosci.* 13, 1955-1962.
- Schapiro, S.J., Bloomsmit, M., 2001. Lower-row caging in a two-tiered housing system does not affect the behaviour of young, singly housed rhesus macaques. *Anim. Welf.* 10, 387-394.
- Scharf, I., Subach, A., Ovadia, O., 2008. Foraging behaviour and habitat selection in pit-building antlion larvae in constant light or dark conditions. *Anim. Behav.* 76, 2049-2057.
- Scheer, F., Pirovano, C., Van Someren, E.J.W., Buijs, R.M., 2005. Environmental light and suprachiasmatic nucleus interact in the regulation of body temperature. *Neuroscience* 132, 465-477.
- Scheer, F., van Doornen, L.J.P., Buijs, R.M., 1999. Light and diurnal cycle affect human heart rate: Possible role for the circadian pacemaker. *J. Biol. Rhythms* 14, 202-212.
- Schlegel, P.A., Steinfartz, S., Bulog, B., 2009. Non-visual sensory physiology and magnetic orientation in the Blind Cave Salamander, *Proteus anguinus* (and some other cave-dwelling urodele species). Review and new results on light-sensitivity and non-visual orientation in subterranean urodeles (Amphibia). *Anim. Biol.* 59, 351-384.
- Schmoll, C., Lascaratos, G., Dhillon, B., Skene, D., Riha, R.L., 2011. The role of retinal regulation of sleep in health and disease. *Sleep Med. Rev.* 15, 107-113.
- Schneider, C.W., Marquette, B.W., Pietsch, P., 1991. MEASURES OF PHOTOTAXIS AND MOVEMENT DETECTION IN THE LARVAL SALAMANDER. *Physiol. Behav.* 50, 645-647.
- Schottner, K., Limbach, A., Weinert, D., 2011. Re-Entrainment Behavior of Djungarian Hamsters (*phodopus sungorus*) with Different Rhythmic Phenotype Following Light-Dark Shifts. *Chronobiol. Int.* 28, 58-69.
- Schroder-Lang, S., Schwarzel, M., Seifert, R., Strunker, T., Kateriya, S., Looser, J., Watanabe, M., Kaupp, U.B., Hegemann, P., Nagel, G., 2007. Fast manipulation of cellular cAMP level by light in vivo. *Nat. Methods* 4, 39-42.
- Schroll, C., Riemensperger, T., Bucher, D., Ehmer, J., Voller, T., Erbguth, K., Gerber, B., Hendel, T., Nagel, G., Buchner, E., Fiala, A., 2006. Light-induced activation of distinct modulatory neurons triggers appetitive or aversive learning in *Drosophila* larvae. *Curr. Biol.* 16, 1741-1747.
- Schwimmer, H., Mursu, N., Haim, A., 2010. EFFECTS OF LIGHT AND MELATONIN TREATMENT ON BODY TEMPERATURE AND MELATONIN SECRETION DAILY RHYTHMS IN A DIURNAL RODENT, THE FAT SAND RAT. *Chronobiol. Int.* 27, 1401-1419.
- Sebastian, C., Horn, E., 1999. Light-dependent suppression of the vestibulo-ocular reflex during development. *Neuroreport* 10, 171-176.
- Seibel, B.A., Thuesen, E.V., Childress, J.J., 2000. Light-limitation on predator-prey interactions: Consequences for metabolism and locomotion of deep-sea cephalopods. *Biol. Bull.* 198, 284-298.
- Semo, M., Gias, C., Ahmado, A., Sugano, E., Allen, A.E., Lawrence, J.M., Tomita, H., Coffey, P.J., Vugler, A.A., 2010. Dissecting a Role for Melanopsin in Behavioural Light Aversion Reveals a Response Independent of Conventional Photoreception. *PLoS One* 5.
- Semsari, S., Megateli, S., 2007. Effect of cadmium toxicity on survival and phototactic behaviour of *Daphnia magna*. *Environ. Technol.* 28, 799-806.
- Serpell, J., 1995. The domestic dog: its evolution, behaviour, and interactions with people. Cambridge Univ Pr.
- Shah, S.B.A., Petersen, J., 2001. Influence of variable lengths of darkness in the lighting programme on development of performance traits in broilers. *Arch. Geflugelkd.* 65, 82-87.
- Shang, Y.H., Griffith, L.C., Rosbash, M., 2008. Light-arousal and circadian photoreception circuits intersect at the large PDF cells of the *Drosophila* brain. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 105, 19587-19594.
- Sharma, V.K., Singaravel, M., Chandrashekar, M.K., 1998. Period-dependent oscillatory free-run in the locomotor activity rhythm of the field mouse *Mus booduga* under skeleton photoperiodic regimes. *Biol. Rhythm Res.* 29, 197-205.
- Sherwin, C., 1998a. Light intensity preferences of domestic male turkeys. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 58, 121-130.
- Sherwin, C.M., 1998b. Light intensity preferences of domestic male turkeys. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 58, 121-130.
- Shimada, T., Matsumoto, K., Osanai, M., Matsuda, H., Terasawa, K., Watanabe, H., 1995. THE MODIFIED LIGHT/DARK TRANSITION TEST IN MICE - EVALUATION OF CLASSIC AND PUTATIVE ANXIOLYTIC AND ANXIOTIC DRUGS. *Gen. Pharmacol.* 26, 205-210.

- Shimomura, K., Kornhauser, J.M., Wisor, J.P., Umezu, T., Yamazaki, S., Ihara, N.L., Takahashi, J.S., Menaker, M., 1998. Circadian behavior and plasticity of light-induced c-fos expression in SCN of tau mutant hamsters. *J. Biol. Rhythms* 13, 305-314.
- Shuboni, D., Yan, L., 2010. NIGHTTIME DIM LIGHT EXPOSURE ALTERS THE RESPONSES OF THE CIRCADIAN SYSTEM. *Neuroscience* 170, 1172-1178.
- Shuikin, N.N., Levshina, I.P., Liperovskaya, E.V., 2003. Rat behavior in a light/dark box: Free choice of room. *Zhurnal Vyss. Nervn. Deyatelnosti Im. I P Pavlov.* 53, 746-753.
- Silversides, F.G., Korver, D.R., Budgell, K.L., 2006. Effect of strain of layer and age at photostimulation on egg production, egg quality, and bone strength. *Poult. Sci.* 85, 1136-1144.
- Simone, L., Bartolomucci, A., Palanza, P., Parmigiani, S., 2008. On-ground housing in "Mice Drawer System" (MDS) cage affects locomotor behaviour but not anxiety in male mice. *Acta Astronaut.* 62, 453-461.
- Sliney, D.H., 2001. Photoprotection of the eye - UV radiation and sunglasses. *J. Photochem. Photobiol. B-Biol.* 64, 166-175.
- Smith, D., Pedro-Botet, J., Cantuti-Castelvetri, I., Shukitt-Hale, B., Schaefer, E.J., Joseph, J., Ordovas, J.M., 2001. Influence of photoperiod, laboratory caging and aging on plasma lipid response to an atherogenic diet among F1B hamsters. *Int. J. Neurosci.* 106, 185-194.
- Smith, E.L., Greenwood, V.J., Goldsmith, A.R., Cuthill, I.C., 2005a. Effect of repetitive visual stimuli on behaviour and plasma corticosterone of European starlings. *Anim. Biol.* 55, 245-258.
- Smith, E.L., Greenwood, V.J., Goldsmith, A.R., Cuthill, I.C., 2005b. Effect of supplementary ultraviolet lighting on the behaviour and corticosterone levels of Japanese quail chicks. *Anim. Welf.* 14, 103-109.
- Smith, L., Canal, M.M., 2009. Expression of Circadian Neuropeptides in the Hypothalamus of Adult Mice is Affected by Postnatal Light Experience. *J. Neuroendocrinol.* 21, 946-953.
- Spoolder, H., Bracke, M., Mueller-Graf, C., Edwards, S.E., 2011. Scientific report updating the EFSA opinions on the welfare of pigs - Report 2 - Update of animal health and welfare aspects in relation to housing and husbandry of weaned, growing and fattening pigs, including space, floors, tail biting and tail docking - Consisting of 3 sub-reports corresponding to 3 EFSA's scientific opinions to be updated - 31 May 2011, EFSA, Parma.
- Steenbergen, P.J., Richardson, M.K., Champagne, D.L., 2011. Patterns of avoidance behaviours in the light/dark preference test in young juvenile zebrafish: A pharmacological study. *Behav. Brain Res.* 222, 15-25.
- Stien, L.H., Bracke, M.B.M., Folkedal, O., Nilsson, J., Oppedal, F., Torgersen, T., Kittelsen, S., Midtlyng, P., Vindas, M.A., Øverli, Ø., Kristiansen, T.S., In press. Salmon Welfare Index Model (SWIM-1.0): A semantic model for overall welfare assessment of caged Atlantic salmon – review of selected welfare indicators and model presentation. *Reviews in Aquaculture. Rev. Aquacult.*
- Storz, U.C., Paul, R.J., 1998. Phototaxis in water fleas (*Daphnia magna*) is differently influenced by visible and UV light. *J. Comp. Physiol. A-Sens. Neural Behav. Physiol.* 183, 709-717.
- Strother, W.N., Vorhees, C.V., Lehman, M.N., 1998. Long-term effects of early cocaine exposure on the light responsiveness of the adult circadian timing system. *Neurotoxicol. Teratol.* 20, 555-564.
- Sugimoto, K., Jiang, H.J., 2008. Cold stress and light signals induce the expression of cold-inducible RNA binding protein (cirp) in the brain and eye of the Japanese treefrog (*Hyla japonica*). *Comp. Biochem. Physiol. A-Mol. Integr. Physiol.* 151, 628-636.
- Sutin, E.L., Dement, W.C., Heller, H.C., Kilduff, T.S., 1993. LIGHT-INDUCED GENE-EXPRESSION IN THE SUPRACHIASMATIC NUCLEUS OF YOUNG AND AGING RATS. *Neurobiol. Aging* 14, 441-446.
- SVC, 1995. Report on the welfare of calves, EC, Brussels.
- SVC, 1996. Report on the welfare of laying hens, EC, Brussels.
- SVC, 1997. THE WELFARE OF INTENSIVELY KEPT PIGS Report to the Directorate General XXIV of the European Commission. Adopted 30. September 1997. Doc. XXIV/ScVc/0005/97, Brussels.
- Szetei, V., Miklósi, Á., Topál, J., Csányi, V., 2003. When dogs seem to lose their nose: an investigation on the use of visual and olfactory cues in communicative context between dog and owner. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 83, 141-152.
- Taddei-Ferretti, C., Musio, C., 2000. Photobehaviour of Hydra (Cnidaria, Hydrozoa) and correlated mechanisms: a case of extraocular photosensitivity. *J. Photochem. Photobiol. B-Biol.* 55, 88-101.

- Tashiro, A., Okamoto, K., Chang, Z., Bereiter, D.A., 2010. BEHAVIORAL AND NEUROPHYSIOLOGICAL CORRELATES OF NOCICEPTION IN AN ANIMAL MODEL OF PHOTOKERATITIS. *Neuroscience* 169, 455-462.
- Taylor, N., Prescott, N., Perry, G., Potter, M., Le Sueur, C., Wathes, C., 2006. Preference of growing pigs for illuminance. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 96, 19-31.
- Taylor, P.E., Coerse, N.C.A., Haskell, M., 2001. The effects of operant control over food and light on the behaviour of domestic hens. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 71, 319-333.
- Tetel, M.J., Ungar, T.C., Hassan, B., Bittman, E.L., 2004. Photoperiodic regulation of androgen receptor and steroid receptor coactivator-1 in Siberian hamster brain. *Mol. Brain Res.* 131, 79-87.
- Theaclement, M., Michel, N., Esparbie, J., Bolet, G., 1995. EFFECTS OF ARTIFICIAL PHOTOPERIODS ON SEXUAL-BEHAVIOR AND SPERM OUTPUT IN THE RABBIT. *Anim. Sci.* 60, 143-149.
- Thorne, C., 1992. *The Waltham book of dog and cat behaviour*. Pergamon Press Plc.
- Tobler, I., Herrmann, M., Cooper, H.M., Negroni, J., Nevo, E., Achermann, P., 1998. Rest-activity rhythm of the blind mole rat *Spalax ehrenbergi* under different lighting conditions. *Behav. Brain Res.* 96, 173-183.
- Toki, S., Morinobu, S., Imanaka, A., Yamamoto, S., Yamawaki, S., Honma, K.I., 2007. Importance of early lighting conditions in maternal care by dam as well as anxiety and memory later in life of offspring. *Eur. J. Neurosci.* 25, 815-829.
- Tracy, J.A., Britton, G.B., Steinmetz, J.E., 2001. Comparison of single unit responses to tone, light, and compound conditioned stimuli during rabbit classical eyeblink conditioning. *Neurobiol. Learn. Mem.* 76, 253-267.
- Turgeon, S.M., Kim, D., Pritchard, M., Salgado, S., Thaler, A., 2011. The effects of phencyclidine (PCP) on anxiety-like behavior in the elevated plus maze and the light-dark exploration test are age dependent, sexually dimorphic, and task dependent. *Pharmacol. Biochem. Behav.* 100, 191-198.
- Turner, D.C., Bateson, P., 1988. *The domestic cat: the biology of its behaviour*, *The domestic cat: the biology of its behaviour*.
- Turner, P.L., Van Someren, E.J.W., Mainster, M.A., 2010. The role of environmental light in sleep and health: Effects of ocular aging and cataract surgery. *Sleep Med. Rev.* 14, 269-280.
- Tynes, V.V., 2010. *Behavior of Exotic Pets*. Wiley-Blackwell.
- Usui, S., Okazaki, T., Honda, Y., 2003. Interruption of the rat circadian clock by short light-dark cycles. *Am. J. Physiol.-Regul. Integr. Comp. Physiol.* 284, R1255-R1259.
- Usui, S., Takahashi, Y., Okazaki, T., 2000. Range of entrainment of rat circadian rhythms to sinusoidal light-intensity cycles. *Am. J. Physiol.-Regul. Integr. Comp. Physiol.* 278, R1148-R1156.
- Valdimarsson, S.K., Metcalfe, N.B., 2001. Is the level of aggression and dispersion in territorial fish dependent on light intensity? *Anim. Behav.* 61, 1143-1149.
- Valdimarsson, S.K., Metcalfe, N.B., Thorpe, J.E., Huntingford, F.A., 1997. Seasonal changes in sheltering: effect of light and temperature on diel activity in juvenile salmon. *Anim. Behav.* 54, 1405-1412.
- Van den Pol, A.N., Cao, V., Heller, H.G., 1998. Circadian system of mice integrates brief light stimuli. *Am. J. Physiol.-Regul. Integr. Comp. Physiol.* 275, R654-R657.
- Van der Meer, E., Van Loo, P.L.P., Baumans, V., 2004. Short-term effects of a disturbed light-dark cycle and environmental enrichment on aggression and stress-related parameters in male mice. *Lab. Anim.* 38, 376-383.
- van Gool, E., Ringelberg, J., 1998. Light-induced migration behaviour of *Daphnia* modified by food and predator kairamones. *Anim. Behav.* 56, 741-747.
- Van Niekerk, T., Nicol, C., Kjaer, J., Aarnink, A., Bessei, W., Bracke, M., Davies, A., Edgar, J., Elson, A., Gilani, A.-M., Glatz, P., Gunnarsson, S., Harlander-Matauschek, A., Horseman, S., Janczak, A.M., De Jong, I., Maurer, V., Oppermann Moe, R., Nasr, M., Niebuhr, K., Rodenburg, B., Sandilands, V., Walton, J., H, V.d.W., In press. Preparatory work for the future development of animal based measures for assessing the welfare of laying hens. Supporting Publications 2012:EN-NNNN. The EFSA Journal, EFSA, Parma.
- Vankuijk, F., 1991. EFFECTS OF ULTRAVIOLET-LIGHT ON THE EYE - ROLE OF PROTECTIVE GLASSES. *Environ. Health Perspect.* 96, 177-184.
- Vanreeth, O., Tripathi, B., Kirby, J., Laartz, B., Tecco, J., Turek, F.W., 1994. DAILY EXPOSURE TO A NONPHOTIC STIMULUS CAN ALTER PHOTOPERIODIC RESPONSE TO SHORT DAYS IN HAMSTERS. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.* 206, 138-144.

- Vermeire, S., Audenaert, K., Vandermeulen, E., Waelbers, T., De Spiegeleer, B., van Bree, H., Peremans, K., 2011. Single photon emission computed tomography (SPECT) imaging of the dopamine transporter in healthy dogs. *Vet. J.* 188, 356-358.
- Vinke, C.M., Van Eijk, I.A.M., Boussevain, L., 2011. Inventarisatie en prioritering van welzijnsproblemen binnen de sector bijzondere dieren, Universiteit Utrecht, Utrecht.
- Vits, A., Weitzenburger, D., Hamann, H., Distl, O., 2006. Influence of different tiers in furnished cages and small group systems on production traits, mortality, egg quality, bone strength, claw length and keel bone deformities in layers. *Arch. Geflugelkd.* 70, 145-153.
- Vlautin, C.T., Ferkin, M.H., 2011. Short photoperiod affects the responses of meadow voles to the top- and bottom-scent donors of an over-mark. *Behaviour* 148, 103-115.
- vonSchantz, M., ArgamasoHerman, S.M., Szel, A., Foster, R.G., 1997. Photopigments and photoentrainment in the Syrian golden hamster. *Brain Res.* 770, 131-138.
- Voss, M., Buchert, C., Missfelder, C., 2002. Influence of photoperiod on the behavioral response to olfactory stimulation in the snail *Helix pomatia* L. *Physiol. Res.* 51, 79-83.
- Wakatsuki, Y., Kudo, T., Shibata, S., 2007. Constant light housing during nursing causes human DSPS (delayed sleep phase syndrome) behaviour in Clock-mutant mice. *Eur. J. Neurosci.* 25, 2413-2424.
- Walker, B.M., Walker, J.L., Ehlers, C.L., 2008. Dissociable effects of ethanol consumption during the light and dark phase in adolescent and adult Wistar rats. *Alcohol* 42, 83-89.
- Walton, J.C., Weil, Z.M., Nelson, R.J., 2011. Influence of photoperiod on hormones, behavior, and immune function. *Front. Neuroendocrinol.* 32, 303-319.
- Wang, F., Dong, S.L., Huang, G.Q., Wu, L.X., Tian, X.L., Ma, S., 2003. The effect of light color on the growth of Chinese shrimp *Fenneropenaeus chinensis*. *Aquaculture* 228, 351-360.
- Warner, A., Jethwa, P.H., Wyse, C.A., l'Anson, H., Brameld, J.M., Ebling, F.J.P., 2010. Effects of photoperiod on daily locomotor activity, energy expenditure, and feeding behavior in a seasonal mammal. *Am. J. Physiol.-Regul. Integr. Comp. Physiol.* 298, R1409-R1416.
- Watanabe, S., 2007. How animal psychology contributes to animal welfare. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 106, 193-202.
- Wayne, N.L., Block, G.D., 1992. EFFECTS OF PHOTOPERIOD AND TEMPERATURE ON EGG-LAYING BEHAVIOR IN A MARINE MOLLUSK, *APLYSIA-CALIFORNICA*. *Biol. Bull.* 182, 8-14.
- Wegner, R.E., Begall, S., Burda, H., 2006. Light perception in 'blind' subterranean Zambian mole-rats. *Anim. Behav.* 72, 1021-1024.
- Wehr, T.A., 1991. THE DURATIONS OF HUMAN MELATONIN SECRETION AND SLEEP RESPOND TO CHANGES IN DAYLENGTH (PHOTOPERIOD). *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 73, 1276-1280.
- Wen, J.C., Hotchkiss, A.K., Demast, G.E., Nelson, R.J., 2004. Photoperiod affects neuronal nitric oxide synthase and aggressive behaviour in male Siberian hamsters (*Phodopus sungorus*). *J. Neuroendocrinol.* 16, 916-921.
- Wendt, K.D., Lei, B., Schachtman, T.R., Tullis, G.E., Ibe, M.E., Katz, M.L., 2005. Behavioral assessment in mouse models of neuronal ceroid lipofuscinosis using a light-cued T-maze. *Behav. Brain Res.* 161, 175-182.
- Whaling, C.S., Soha, J.A., Nelson, D.A., Lasley, B., Marler, P., 1998. Photoperiod and tutor access affect the process of vocal learning. *Anim. Behav.* 56, 1075-1082.
- Widder, E.A., Robison, B.H., Reisenbichler, K.R., Haddock, S.H.D., 2005. Using red light for in situ observations of deep-sea fishes. *Deep-Sea Res. Part I-Oceanogr. Res. Pap.* 52, 2077-2085.
- Wideman, C.H., Murphy, H.M., 2009. Constant light induces alterations in melatonin levels, food intake, feed efficiency, visceral adiposity, and circadian rhythms in rats. *Nutr. Neurosci.* 12, 233-240.
- Wiedenmayer, C., 1997. Causation of the ontogenetic development of stereotypic digging in gerbils. *Anim. Behav.* 53, 461-470.
- Wiltschko, W., Wiltschko, R., 2001. Light-dependent magnetoreception in birds: the behaviour of European robins, *Erithacus rubecula*, under monochromatic light of various wavelengths and intensities. *J. Exp. Biol.* 204, 3295-3302.
- Wolfram, V., Juusola, M., 2004. Impact of rearing conditions and short-term light exposure on signaling performance in *Drosophila* photoreceptors. *J. Neurophysiol.* 92, 1918-1927.
- Yannielli, P.C., Harrington, M.E., 2001. Neuropeptide Y in the mammalian circadian system: effects on light-induced circadian responses. *Peptides* 22, 547-556.
- Yilmaz, A., Aksoy, A., Canbeyli, R., 2004. A single day of constant light (L/L) provides immunity to behavioral despair in female rats maintained on an L/D cycle. *Prog. Neuro-Psychopharmacol. Biol. Psychiatry* 28, 1261-1265.

- Yoshimi, K., Iwata, N., 1995. A SUPPLEMENTAL MEASURE OF STAY-TIMES IN THE LIGHT BOX ON STEP-THROUGH PASSIVE-AVOIDANCE. *Jpn. J. Pharmacol.* 67, 211-218.
- Yuan, L., Michels, E., De Meester, L., 2003. Changes in phototactic behavior of *Daphnia magna* clone C(1)242 in response to copper, cadmium and pentachlorophenol. *J. Environ. Sci.* 15, 841-847.
- Yue, S., Moccia, R.D., Duncan, I.J.H., 2004. Investigating fear in domestic rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, using an avoidance learning task. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 87, 343-354.
- Zaichenko, M.I., Vanetsian, G.L., Merzhanova, G.K., 2011. Differences in Behavior of Impulsive and Self-Controlled Rats in the Open-Field and Light-Dark Tests. *Zhurnal Vyss. Nervn. Deyatelnosti Im. I P Pavlov.* 61, 340-350.
- Zeitler-Feicht, M.H., 2004. Important considerations regarding the guidelines „horse keeping with respect to animal welfare" and winter housing of horses. *Dtsch. Tierarztl. Wochenschr.* 111, 120-123.
- Zeitlerfeicht, M.H., 1993. MINIMUM REQUIREMENTS FOR LIGHTING, CLIMATE AND AIR-POLLUTION FOR HORSE STABLES WITH RESPECT TO ANIMAL-WELFARE. *Tierarztl. Umsch.* 48, 311-&.
- Zeitlerfeicht, M.H., Grauvogl, A., 1992. MINIMUM REQUIREMENTS FOR THE KEEPING OF COMPETITION AND OTHER HORSES UNDER THE ASPECT OF PREVENTION OF CRUELTY TO ANIMALS. *Prakt Tierarzt* 73, 781-&.
- Zhang, W., Ge, W.P., Wang, Z.R., 2007. A toolbox for light control of *Drosophila* behaviors through Channelrhodopsin 2-mediated photoactivation of targeted neurons. *Eur. J. Neurosci.* 26, 2405-2416.
- Zhang, Y., Kornhauser, J.M., Zee, P.C., Mayo, K.E., Takahashi, J.S., Turek, F.W., 1996. Effects of aging on light-induced phase-shifting of circadian behavioral rhythms, Fos expression and CREB phosphorylation in the hamster suprachiasmatic nucleus. *Neuroscience* 70, 951-961.
- Zhao, Z.J., Wang, D.H., 2005. Short photoperiod enhances thermogenic capacity in Brandt's voles. *Physiol. Behav.* 85, 143-149.
- Zheng, X.G., Chopp, M., Lu, Y., Jiang, J., Zhao, D.P., Ding, C., Yang, H.Y., Zhang, L., Jiang, F., 2011. Atorvastatin reduces functional deficits caused by photodynamic therapy in rats. *Int. J. Oncol.* 39, 1133-1141.
- Zhu, Y., Nern, A., Zipursky, S.L., Frye, M.A., 2009. Peripheral Visual Circuits Functionally Segregate Motion and Phototaxis Behaviors in the Fly. *Curr. Biol.* 19, 613-619.
- Zonderland, J.J., Cornelissen, L., Wolthuis-Fillerup, M., Spoolder, H.A.M., 2008. Visual acuity of pigs at different light intensities. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 111, 28-37.
- Zotte, A.D., Princz, Z., Matics, Z., Gerencser, Z., Metzger, S., Szendro, Z., 2009. Rabbit preference for cages and pens with or without mirrors. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 116, 273-278.
- Zubidat, A.E., Nelson, R.J., Haim, A., 2011. Spectral and duration sensitivity to light-at-night in 'blind' and sighted rodent species. *J. Exp. Biol.* 214, 3206-3217.
- Zupanc, M.M., Engler, G., Midson, A., Oxberry, H., Hurst, L.A., Symon, M.R., Zupanc, G.K.H., 2001. Light-dark-controlled changes in modulations of the electric organ discharge in the teleost *Apteronotus leptorhynchus*. *Anim. Behav.* 62, 1119-1128.
- Zwick, H., Elliott, W.R., Stuck, B.E., Lund, D.J., Schuschereba, S.T., Li, G., Laser Inst, A., 1997. In-vivo laser-induced photoreceptor pathology and vascular pathophysiology in a small eye animal model. Laser Inst America, Orlando.

7 Bijlage: Wettelijke regels t.a.v. licht bij (huis-)dieren

In deze bijlage is een beginnende inventarisatie gemaakt naar wettelijke en andere regels ten aanzien van licht bij (huis-)dieren. Het betreft de Nederlandse regels. De EU richtlijnen en buitenlandse wetgeving zijn niet opgenomen.

Wet Dieren (WD)

Wet van 19 mei 2011, houdende een integraal kader voor regels over gehouden dieren en daaraan gerelateerde onderwerpen (Wet dieren)

Artikel 2.2 Houden van dieren

10. Bij of krachtens algemene maatregel van bestuur kunnen voor het onderwerp, bedoeld in het negende lid, voor dieren of voor dieren behorende tot bepaalde diersoorten of diercategorieën, regels worden gesteld die betrekking hebben op onder meer:

b. de ruimte of het terrein waar dieren worden gehouden, waaronder:

4°. de verlichting, luchtverversing en verwarming;

Honden- en kattenbesluit (HKB)

Artikel 8

1. De inrichting beschikt over binnenverblijven.
2. Indien in de inrichting honden worden gehouden beschikt de inrichting over één of meerdere buitenverblijven of over een speelweide.
3. Een binnen- of buitenverblijf voldoet aan de volgende eisen:
 - ...
 - c. het heeft rechtopstaande wanden, waarvan tenminste één zodanig is geconstrueerd dat de honden of katten buiten het verblijf kunnen kijken, en het kan worden afgesloten.
4. een binnenverblijf voldoet voorts aan de volgende eisen:
 - ...
 - c. het kan door middel van een elektrische lichtinstallatie worden verlicht;
 - d. het is gedurende de periode dat daglicht beschikbaar is voldoende verlicht door middel van daglicht, en de temperatuur in het verblijf bedraagt ten hoogste 30 graden Celsius.

Besluit Gezelschapsdieren (GD)

Hoofdstuk 6 Huisvesting en verzorging

Artikel 9 ...

2. Een ruimte is geschikt om een gezelschapsdier in te houden, indien ten minste: ...
 - b. de ruimte en de daarin gebruikte materialen zijn aangepast aan de fysiologische en ethologische behoeften van het dier; ...

Toelichting artikel 9

Artikel 9 Huisvesting en verzorging

Dit artikel stelt eisen aan de huisvesting van gezelschapsdieren.

Op grond van artikel 9, tweede lid, onderdeel b, moeten de ruimte of de ruimten en de daarin gebruikte materialen aangepast zijn aan de fysiologische en ethologische behoeften van het dier. Daarbij kan gedacht worden aan het rekening houden met het dag en nachtritme van een dier en het zorgen voor voldoende daglicht voor dieren die overdag actief zijn. ... Om de ruimte aan te passen aan de ethologische behoeften van het dier, dient er in ieder geval, overeenkomstig de behoefte van het dier, verrijkingsmateriaal en schuilmogelijkheden in de ruimte aanwezig te zijn. ...

Besluit Houders van Dieren

Artikel 1.8 Behuizing

1. Een ruimte waarin een dier wordt gehouden, wordt voldoende verlicht en verduisterd om aan de ethologische en fysiologische behoeften van het dier te voldoen.

Opmerkingen:

- Vanaf 1 maart 2012 is de overgangstermijn (artikel 29 van het Honden- en Kattenbesluit (HKB)) afgelopen op grond waarvan een aantal van de inrichtingen nog over vrijstelling beschikten voor het voldoen aan alle huisvestingseisen (waaronder artikel 8, waarin de daglichteis is opgenomen). Vanaf maart is dus het hele HKB volledig op alle inrichtingen van toepassing.
- Het Besluit Gezelschapsdieren (GD) gaat het HKB vervangen. Het HKB vervalt pas op het moment dat het Besluit Gezelschapsdieren in werking treedt. Daartoe moet het in de Tweede Kamer behandeld worden.
- In het HKB staat daglicht (artikel 8) nog echt expliciet opgenomen. Het Besluit GD is veel minder specifiek en heeft het over een ruimte die moet voldoen aan de fysiologische en ethologische behoeften van een dier.
- Om te bepalen of een ruimte "voldoet aan de ethologische en fysiologische behoeften" van een dier en dus of wordt voldaan aan de voorschriften van het besluit, is duidelijkheid nodig ten aanzien van de effecten van (het onthouden van) daglicht.
- Het besluit is vele malen ruimer qua reikwijdte. Niet alleen honden en katten vallen er onder maar ook andere zoogdieren, vogels, vissen, reptielen en amfibieën.

Er zijn ook regels gesteld aan het beschikbaar stellen van licht aan landouwhuisdieren. Hieronder enkele voorbeelden:

Besluit welzijn productiedieren (1999)

http://wetten.overheid.nl/BWBR0010986/geldigheidsdatum_30-06-2012

Artikel 5

1. Er is voldoende verlichting voor een grondige controle van het dier op elk willekeurig tijdstip.

6. Een in een gebouw gehouden dier wordt niet permanent in het duister of in kunstlicht gehouden.

Indien het beschikbare natuurlijke licht niet voldoende is voor de ethologische en fysiologische behoeften van het dier, is geschikt kunstlicht aanwezig.

Kalverbesluit

Artikel 9

Van passend dag- of kunstlicht als bedoeld in punt 5 van de bijlage is sprake indien de oppervlakte aan lichtdoorlatend materiaal in wand of dak van een stal bestemd voor vleeskalveren ten minste 2% bedraagt van de vloeroppervlakte van de stal en van een stal bestemd voor andere kalveren dan vleeskalveren ten minste 5% bedraagt van die oppervlakte, waarbij het materiaal zodanig is aangebracht dat het licht in de stal gelijkmatig is gespreid.

5. De kalveren mogen niet permanent in het duister worden gehouden. In verband met hun fysiologische en met hun gedrag samenhangende behoeften moet er derhalve afhankelijk van de verschillende klimatologische omstandigheden in de Lid-Staten gezorgd worden voor passend dag- of kunstlicht dat, wanneer het kunstlicht betreft, ten minste gelijkwaardig moet zijn aan de duur van het daglicht dat normaal tussen 9.00 uur en 17.00 uur beschikbaar is. Bovendien moet er passende (vaste of verplaatsbare) verlichting van voldoende sterkte zijn om de kalveren te allen tijde te kunnen inspecteren.

Varkens

http://wetten.overheid.nl/BWBR0006806/geldigheidsdatum_30-06-2012

Artikel 10

1. De lichtintensiteit in een stal bestemd voor varkens bedraagt verticaal op dierhoogte gemeten ten minste 40 lux gedurende ten minste 8 uur per dag.

Beter Leven Varkens 1 ster. (Opmerking: dit is geen wettelijke regel, maar een privaat initiatief van de Dierenbescherming)

VB art 10.1

Er moet een duidelijk dag- en nachtritme in de stal zijn.

Stallen met kunstverlichting dienen een ononderbroken donkere periode te bieden van 8 uur binnen iedere 24 uur. Het kunstlicht moet minimaal 40 Lux bedragen.

Bij nieuw- en verbouw, doch uiterlijk in 2025 is het lichtdoorlatend oppervlak in muren en daken minimaal 2% van het vloeroppervlak. Controleer of dag- en nachtritme gehanteerd wordt. Meet met een Luxmeter of 40 Lux gehaald wordt op dierhoogte. Noteer aantal Lux en gehanteerd lichtregime.

Gezondheids- en Welzijnswet voor Dieren (GWWD):

http://wetten.overheid.nl/BWBR0005662/HoofdstukIII/Afdeling4/Artikel45/geldigheidsdatum_15-03-2012

Ontwerpbesluit Gezelschapsdieren: <http://www.rijksoverheid.nl/documenten-en-publicaties/bsluiten/2011/12/22/ontwerp-besluit-gezelschapsdieren.html>

Kalverbesluit (Art 9, incl. verwijzing naar EU richtlijn):

http://wetten.overheid.nl/BWBR0006805/geldigheidsdatum_19-03-2012

Varkensbesluit (Art 10): http://wetten.overheid.nl/BWBR0006806/geldigheidsdatum_30-06-2012

Besluit Welzijn Productiedieren (Art 5): http://wetten.overheid.nl/BWBR0010986/geldigheidsdatum_30-06-2012

8 Bijlage: Licht en dierenwelzijn

Dierenwelzijn kan gedefinieerd worden als de kwaliteit van leven zoals het dier dat zelf ervaart (Bracke et al., 1999). De kwaliteit van leven is een functie van de mate van bevrediging en/of frustratie van de verschillende behoeften die dieren hebben meegekregen vanwege hun evolutionaire geschiedenis en op basis van de ontwikkelings- en leerprocessen in de loop van het leven van het individuele dier (Anonymous, 2001).

Hoewel alle behoeften een gedragsmatige, een fysiologische en een emotionele/affectieve component hebben, kan de mate waarin dat het geval is verschillen. Hierdoor is het (enigszins) mogelijk om van ethologische en van fysiologische behoeften te spreken (Bracke, 2008).

Licht kan op een veelheid van manieren effecten hebben op de welzijnsbehoeften van dieren (en van mensen). Licht kan zelf variëren op verschillende dimensies. Er zijn verschillende typen licht zoals daglicht en kunstlicht, waarbij variatie kan bestaan in bijv. de flikkerfrequentie (gloeilamp, TL-lampen) en in spectrum (LED lampen). Behalve de lichtintensiteit (hoeveelheid uitgedrukt in Lux) kan ook de golflengte/kleur (van verschillende soorten UV tot infrarood) variëren. Daarnaast bestaan nog varianten zoals fluorescerend en gepolariseerd licht. Van belang zijn verder de periodiciteit (dag/nacht ritme) en het langer/korter worden van de dagen (seizoensvariatie). Tot slot is er naast de algemene blootstelling aan licht, ook de blootstelling aan specifieke lichtstimuli, welke biologische betekenis kunnen hebben of krijgen (bijvoorbeeld door klassieke conditionering (Pavlov reflex)). Licht kan daarmee een voorspellende waarde hebben, niet alleen voor specifieke situaties (het aankondigen van voer straks), maar ook meer algemeen (dag-nacht en seizoensritmen). Verder kan licht een rol spelen bij het oriënteren in de ruimte (kompas).

Licht wordt met name waargenomen met de ogen, maar soms ook met andere zenuwcellen (bijv. zenuwcellen in de hersenen of in de staart van de schorpioen). Omgekeerd kan licht ook invloed hebben op de ontwikkeling van de ogen. Kittens die in de vroege ontwikkeling niet blootgesteld worden aan licht kunnen bijvoorbeeld scheel worden (Braastad and Heggelund, 1984) en ook bij pluimvee en vissen zijn oogafwijkingen bekend ten gevolge van verkeerde belichting. Daarnaast kan licht ook direct invloed hebben, bijv. via de huid. Blootstelling aan zonlicht is bijv. enerzijds nodig om vitamine D aan te maken ten behoeve van onder andere de botstofwisseling, maar anderzijds schadelijk en kan het risico op aandoeningen als huidkanker en blindheid vergroten.

We sluiten deze paragraaf af met een kort overzicht van de verschillende welzijnsbehoeften van dieren en de wijze waarop licht daarbij een rol kan spelen. Daarbij moet worden opgemerkt dat de opgenomen referenties slechts exemplarisch zijn (en dus verre van uitputtend).

Rust en activiteit

Dag-nacht ritmen hebben een grote invloed op rustgedrag en op activiteit (Antle et al., 2007; Almon et al., 2008).

Beweging

Wheel running is een van de klassieke wijzen waarom circadiane ritmen bij knaagdieren, en met name bij hamsters, wordt gemeten.

Exploratie, stimulatie/afwisseling, spel & leerprocessen

Dieren exploreren vaak bij voorkeur bij een bepaalde lichtintensiteit. Ook voor het algemeen functioneren van dieren speelt licht een belangrijke rol. De wijze waarop de ogen bijvoorbeeld in de schedel geplaatst zijn heeft invloed op het vermogen van dieren om diepte te zien. Dit is bij roofdieren en apen (inclusief mensen) heel anders dan bij prooidieren zoals ratten, muizen en konijnen (voor wie een groot blikveld belangrijk is).

De mate van exploratie (en angst) wordt klassiek veel gemeten in zogenaamde light/dark box en de elevated plus-maze. Hierbij spelen licht versus donker, en de perceptie van diepte (via schaduwen) een centrale rol. Jonge dieren spelen vaak op bepaalde tijden van de dag (bijv. 's avonds) en licht speelt een belangrijke rol bij leerprocessen en voorspelbaarheid, waarvan bekend is dat het cruciaal is voor dierenwelzijn.

Angst

Zoals hiervoor aangegeven speelt licht een rol bij depressie en angsttesten. Omgekeerd kan stress ook de dag-nacht ritmiek beïnvloeden (Amir and Stewart, 1998).

Gezondheid

Licht speelt een rol bij de aanmaak van vitamine D (Fleet et al., 2004), het ontstaan van huidkanker, en ooggezondheid (Tashiro et al., 2010). Zonlicht kan ook tot zonnebrand leiden (wat o.a. bij varkens en koeien kan optreden). Licht speelt ook een rol bij specifieke gezondheidsproblemen, zoals overgevoeligheid voor licht (bijv. na het eten van bepaalde planten).

Voeding

Wanneer onvoldoende zonlicht op de huid komt is het mogelijk de vitamine D voorziening via de voeding te borgen (Fleet et al., 2004). Licht kan ook een rol spelen bij de voeropname (bijv. het waarnemen van eetbare of giftige bestanddelen).

Water

Bij dieren kan de herkenning van water plaatsvinden via aan de reflectie van het licht op het wateroppervlak. Licht kan ook een rol spelen bij de inspectie van de waterkwaliteit (troebeling).

Voedselzoekgedrag

Licht kan een rol spelen bij voedselzoekgedrag zoals dat algemeen geldt voor exploratie.

Eliminatie

Licht kan een rol spelen bij eliminatief gedrag (poepen en plassen) via aangeboren neigingen en conditionering (bijv. bij het opzoeken van een geschikte plaats om de behoefte te doen).

Thermoregulatie

Licht kan een rol spelen bij de warmtehuishouding, deels omdat het daarmee verstrengeld kan zijn (direct zonlicht kan ook extra warmte opleveren). De vachtkleur kan vervolgens weer van invloed zijn op de vatbaarheid voor hittestress. Lichtgekleurde runderen hebben bijv. 25% minder last van hittestress dan donkergekleurde rassen (Brown-Brandl et al., 2006).

Soortspecifiek gedrag zoals zoenen van varkens, op stok gaan van kippen

Deze gedragingen zijn vaak onderdeel van andere gedragssystemen (zoals thermoregulatie, en lichaamsverzorging in het geval van het zoelgedrag van varkens (Bracke, 2011a) of het rustgedrag bij het op stok gaan van kippen. Licht kan daarbij een rol spelen. Leghennen zijn bijvoorbeeld gemotiveerd om 's nachts op stok te gaan (Olsson and Keeling, 2002). Een bijzonder voorbeeld is het vermogen van reigers om rekening te houden met de breking van het licht om prooi in het water te verschalken. Reigers die meer aangepast waren aan het vangen van waterdieren waren beter in staat om met de breking van het licht rekening te houden (Katzir et al., 1999).

Sociaal contact

Licht kan nodig zijn bij de individuele dierherkenning, niet alleen voor mensen maar ook van dieren onderling. Van kippen en honden is bijvoorbeeld bekend dat ze verschillend kunnen reageren op soortgenoten afhankelijk van de kleur van hun verenkleed/vacht. Licht speelt ook een rol bij de communicatie en 'display', met name in relatie tot seksueel en territoriaal gedrag.

Territoriaal gedrag

Zie boven (Endler and Thery, 1996)

Agressie

Licht kan een rol spelen bij agressie. De 'rode lap op een stier' is spreekwoordelijk (en wellicht niet geheel valide). Maar van bijvoorbeeld hamsters en varkens is wel bekend dat licht een belangrijke rol op agressie heeft, zie bijv. het volgende citaat uit het SVC rapport (SVC, 1997): "Aggression among unfamiliar recently grouped individuals is also greatly reduced when they are in darkness (Barnett et al. 1994)".

Reproductie (seksueel contact, nestbouw, maternaal gedrag)

Licht speelt een belangrijke rol bij zogenaamde seasonal breeders (via het toe- of afnemen van de daglichtlengte) (Anraku et al., 2007; Ahmad and Haldar, 2012).

Lichaamsverzorging (onderhoud van het lichaam)

Licht kan een rol spelen bijv. bij de regulering van het lichaamsgewicht en de rui (Anraku et al., 2007).

Deze verre van uitputtende bespreking van de relaties tussen licht en de behoeften van dieren maakt duidelijk dat licht een veelheid van effecten kan hebben op dierenwelzijn in het algemeen.

9 Bijlage: Projecten en contactpersonen

Hieronder volgt informatie over lopende of recent afgesloten projecten die relevant kunnen zijn voor de relatie tussen licht en dierenwelzijn.

9.1 Gezelschapsdieren:

Project: Positieflijst (loopt nog). Omvat vooralsnog alleen zoogdieren die als huisdier worden gehouden. Contactpersonen: onderzoekers Bert Ipema en Paul Koene. EL&I: mw. Mr. M.D. Froling
Project: Vitamine D gebrek bij reptielen, programma onderzoek welzijn gezelschapsdieren

9.2 Wilde dieren

Er loopt een project 'LichtOpNatuur' en er wordt een proef uitgevoerd naar de effecten van verschillende kleuren licht (rood, groen en wit) op allerlei diersoorten en in natuurgebieden. In het project zijn Wageningen Universiteit (o.a. prof. Frank Berends), NIOO-KNAW, Philips, aardoliemaatschappij NAM en de Vlinderstichting betrokken.
Begin 2012 is er een bijeenkomst gehouden waarvan op Bionieuws een artikeltje is verschenen (zie <http://www.bionieuws.nl/artikel.php?id=6670&print=1>). Hieronder staan daarvan de wetenswaardigheden geciteerd.

[Begin van de citaten]

"George Wintermans van NAM ... vertelt hoe binnen het bedrijf in de jaren negentig langzaam aandacht kwam voor de aantrekkingskracht die nachtelijke verlichting van boorplatforms op trekvogels uitoefende. Die blijven soms de hele nacht om platforms cirkelen, vertelt Wintermans, met alle nadelige gevolgen van dien. Uit verkennende onderzoeken bleek dat de rode golflengtes in licht het kompas van trekvogels verstoort."

...

"In samenwerking met Philips ontwikkelde NAM daarop de clearsky-verlichting. Daaruit is dat deel van het licht verwijderd dat vogels het meest verwacht, wat resulteert in groene lampen. Een golf aan publiciteit volgde, maar voor NAM werd het project geen definitief succesverhaal, aldus Wintermans. In 2010 werd internationaal afgesproken alle landplaatsen voor helikopters groen te maken, ook die op boorplatforms. Wintermans: 'Als je daar groen licht op zet, is er te weinig contrast. Het was niet meer veilig, dus alle verlichting is weer van het platform verwijderd.'

...

Kars Veling van de ... Vlinderstichting geeft ... andere voorbeelden van verstoring door licht. Van de nachtvlinders gaat 70 procent achteruit, vertelt hij, kunstlicht is een van de factoren die daar waarschijnlijk aan bijdragen. 'Nachtvlinders oriënteren zich op de maan en lampen brengen ze in de war. Uiteindelijk willen ze er niet meer door vliegen', aldus Veling, de nadelige effecten opsommend. Vlinders lijken overigens het meeste last te hebben van blauwachtig licht.

...

Roy van Grunsven van Wageningen Universiteit licht de kennishiaten toe. 'Licht was miljoenen jaren een goede prikkel in de natuur', vertelt hij, 'wij halen dat ineens overhoop met ons kunstlicht.' Anekdoten over de onregelende effecten ervan zijn er genoeg, vertelt hij, van platanen waarvan de bladeren onder lantaarnpalen in de herfst langer groen blijven tot jonge zeeschildpadden die als ze uit het ei komen intuïtief richting het licht kruipen, maar in plaats van de maanverlichte zee het tegenwoordig veel feller belichte land bereiken. Maar die kennis is fragmentarisch, effecten op ecosysteemniveau en langetermijneffecten zijn zo goed als onbekend. Daarnaast is onbekend welke kleur licht welke effecten heeft op welk organisme, sluit hij af. 'Kortom: we weten nog bijna niets.'

[Einde van de citaten]

9.3 Landbouwhuisdieren

Op VIC Sterksel lopen de volgende activiteiten/projecten:

- In de nieuwe StarPlusstal 3 inductielampen van Holland Lightning Group --> Geschonken door het bedrijf
- Gesprekken met een firma over daglicht maken in bestaande stallen (wordt mogelijk een project)
- Gesprek met Techcomlight in Wageningen (bedrijf dat de Solartube heeft geplaatst)

Titel	Subtitel	Contactpersoon	Telefoonnummer	Omschrijving	Resultaat
Energervatie	Witkalken	Jos Belgers	0320-238281	Warmte buiten stal houden	Flyer
	Zonnepanelen			energie-opwekking	
Berenlichtproef	Solartube	Linda Troquet / Carola vd Peet	040-2262376	Meer daglicht, besparing energie	Flyer Rapport (wordt momenteel gemaakt)
	Folie op ramen			Warmte uit stal houden	
Toiletstal	LED verlichting	Marjolein van Genuyten / Rocio	0320-238864	Energiebesparing, werkgemak	Stagerapport (idem)
				Invloed licht op berengedrag	
				Invloed licht op mestgedrag	

9.4 Aquacultuur

Op dit moment loopt er een EU project 'Copewell' waarin onderzoek plaatsvindt naar slaap bij vissen. Contactpersonen in Nederland: Hans van de Vis en Bert Lambooy.

Ook loopt er een onderzoek gefinancierd door EL&I en NWO naar Agressie bij meerval waarbij onderzoek naar licht plaatsvindt/heeft plaatsgevonden. Contactpersoon: Hans van de Vis.

<C:\Users\sedoe001\AppData\Local\Microsoft\Windows\Temporary Internet Files\Content.Outlook\X8DPLEPA\lit Martinez- Chavez 2008 Light Nile tilapia hvdv 030712.pdf>

10 Bijlage: Gezelschapsdieren

10.1 Gezelschapsdieren algemeen

Rapport van Wageningen Livestock Research over ongerief bij gezelschapsdieren (Leenstra et al., 2010).

10.2 Reguliere gezelschapsdieren

Noot: voor de dieren die voor dierlijke productie gehouden worden: zie onder 'landbouwhuisdieren'.

10.2.1 Honden

(Ozon et al., 1987; Thorne, 1992; Serpell, 1995; Goodwin et al., 1997; Braastad and Bakken, 2002; Szetei et al., 2003; Bertolucci et al., 2008; Miklósi, 2008; Horowitz, 2009; Bradshaw, 2011)

10.2.2 Katten

(Braastad and Heggelund, 1984; Turner and Bateson, 1988; Thorne, 1992; Braastad and Bakken, 2002; Rochlitz, 2005; Kang and Malpeli, 2009; Ramirez et al., 2011)

10.2.3 Hamsters (*inclusief Syrische, Siberische en Europese hamsters*)

(Kliman and Lynch, 1991; Mason, 1991; Elliott and Nunez, 1992; Grosse et al., 1995; Bittman et al., 1996; Lance et al., 1998; Osiel et al., 1998; Strother et al., 1998; Dwyer and Rosenwasser, 2000; Cooke et al., 2002; Bittman et al., 2003; Kolker et al., 2003; Barakat et al., 2004; Park et al., 2004; Tetel et al., 2004; Chiesa et al., 2005; Dibb et al., 2005; Monecke and Wollnik, 2005; Muscat et al., 2005; Mason et al., 2010; Warner et al., 2010; Bedrosian et al., 2011; Schottner et al., 2011)
(Hakim et al., 1991; Mead et al., 1992; Ralph and Mrosovsky, 1992; Vanreeth et al., 1994; Zhang et al., 1996; Refinetti, 1997; vonSchantz et al., 1997; Mangels et al., 1998; Shimomura et al., 1998; Chambille, 1999; Redlin and Mrosovsky, 1999; Deboer et al., 2000; Smith et al., 2001; Reeb and Maillet, 2003; Ruby et al., 2004; Wen et al., 2004; Landry and Mistlberger, 2005; Rosenthal et al., 2005; Chiesa et al., 2007; Kessler et al., 2008; Martino et al., 2008; Gutzler et al., 2009; Bradley et al., 2010)

10.2.4 Konijnen

(Jilge and Stahle, 1993; Theauclement et al., 1995; Krohn et al., 1999; Tracy et al., 2001; Zotte et al., 2009; Sanchez-Ramos et al., 2010; Mousa-Balabel and Mohamed, 2011)

10.2.5 Cavia's

(Ojima et al., 2010)

10.2.6 Paarden

(Zeitlerfeicht and Grauvogl, 1992; Zeitlerfeicht, 1993; Fuller et al., 2001; Zeitler-Feicht, 2004; Petersen et al., 2006; Cross et al., 2008)

10.3 Minder reguliere gezelschapsdieren behorende tot de zoogdieren

10.3.1 Ratten

Bij ratten zijn ook de '(blind) mole rats' geassocieerd.

(Rado et al., 1992; Rogers et al., 1992; Boer et al., 1993; Gorka and Adamik, 1993; Sutin et al., 1993; Blom et al., 1995; Osteen et al., 1995; Rowland and Vanderschoot, 1995; Yoshimi and Iwata, 1995; Chaouloff et al., 1997; Amir and Stewart, 1998; Bilkei-Gorzo et al., 1998; Nelson et al., 1998; Tobler et al., 1998; Koprowska et al., 1999; Kanarek and D'Anci, 2000; Lax and Madrid, 2000; Lemerrier, 2000; Poulos and Borlongan, 2000; Usui et al., 2000; Schaap and Meijer, 2001; Avanzi et al., 2003; Franklin et al., 2003; Shuikin et al., 2003; Usui et al., 2003; Farnell et al., 2004; Reis et al., 2004; Yilmaz et al., 2004; Bueno et al., 2005; Scheer et al., 2005; Gonzalez and Aston-Jones, 2006; Wegner et al., 2006; Salami, 2007; Toki et al., 2007; Abou-Ismaïl et al., 2008; Burn, 2008; Gonzalez and Aston-Jones, 2008; Prendergast and Kay, 2008; Ramos et al., 2008; Walker et al., 2008; Boudard et al., 2009;

Burman et al., 2009; Castelhana-Carlos and Baumans, 2009; Pum et al., 2009; Roman and Arborelius, 2009; Wideman and Murphy, 2009; Ashkenazy-Frolinger et al., 2010; Alliger and Moller, 2011; Martynhak et al., 2011; Oliveira et al., 2011; Turgeon et al., 2011; Zaichenko et al., 2011; Zheng et al., 2011)

10.3.2 *Muizen*

Deze paragraaf omvat muizen (*mus musculus*) evenals allerlei soorten voles (veldmuizen), zoals meadow, prairie en Brandt's voles.

De artikelen betreffen vooral muizen die gebruikt zijn als proefdier (zie echter ook 'proefdieren'). (Kavanau, 1978; Hayes and Balkema, 1993; Meek and Lee, 1993; Moffatt et al., 1993; Rodgers and Shepherd, 1993; Cheng et al., 1994; Provencio et al., 1994; Moffatt et al., 1995; Shimada et al., 1995; Geetha, 1996; Nelson et al., 1996; MacNeil et al., 1997; Artaiz et al., 1998; Hascoet and Bourin, 1998; Sharma et al., 1998; Van den Pol et al., 1998; Challet et al., 1999; Maldonado and Navarro, 2000; Edelstein and Mrosovsky, 2001; Hascoet et al., 2001; Augustsson et al., 2003; Bourin and Hascoet, 2003; Lang et al., 2003; Mrosovsky and Hattar, 2003; Redlin et al., 2003; McLennan and Taylor-Jeffs, 2004; Rossi-George et al., 2004; Van der Meer et al., 2004; Mendoza et al., 2005; Ossenkopp et al., 2005; Raud et al., 2005; Wendt et al., 2005; Zhao and Wang, 2005; Abraham et al., 2006; Billings et al., 2006; Clenet et al., 2006; Roedel et al., 2006; Deboer et al., 2007; Wakatsuki et al., 2007; Hughes and Piggins, 2008; Leach and Main, 2008; Mickman et al., 2008; Simone et al., 2008; Fonken et al., 2009; Morin and Studholme, 2009; Oishi, 2009; Smith and Canal, 2009; Becker et al., 2010; Morozova and Kulikov, 2010; Semo et al., 2010; Shuboni and Yan, 2010; Fujioka et al., 2011; Rantalainen et al., 2011; Vlautin and Ferkin, 2011; Zubidat et al., 2011; Huang et al., 2012; Kitanaka et al., 2012)

10.3.3 *Gerbils*

Onder de 'gerbils' vallen ook de artikelen over de zogenaamde fat sand rat. Dat is een dagactieve knager die als model dienst doet voor onderzoek naar licht en depressie bij mensen.

(Wiedenmayer, 1997; Einat et al., 2006; Ashkenazy et al., 2009; Schwimmer et al., 2010; Krivisky et al., 2011; Krysiak et al., 2011; Lau et al., 2011)

10.3.4 *Overige exoten die tot de zoogdieren behoren (zoals roofdieren, edelherten en apen)*

(Kavanau et al., 1973; Kavanau and Havenhill, 1976; Pollard and Littlejohn, 1994; Aujard et al., 1998; Jeppesen et al., 2000; Schapiro and Bloomsmith, 2001; Erkert and Kappeler, 2004; Aujard et al., 2006; Lemos et al., 2009; Mattiello, 2009; Lampert et al., 2011; Ahmad and Haldar, 2012; Buchanan-Smith and Badihi, 2012)

10.4 **Overige "exoten" (van 'laag' naar 'hoog')**

Hieronder volgen enkele referenties die specifiek over exoten 'in het algemeen' gaan.

(Tynes, 2010)

Rapporten: (Ipema et al., 2011; Vinke et al., 2011)

10.4.1 *Insecten en andere ongewervelden (zoals slakken)*

10.4.1.1 *Fruitvliegjes*

(Power et al., 1995; Barth et al., 1997; Kaneko et al., 2000; Wolfram and Juusola, 2004; Schroll et al., 2006; Scantlebury et al., 2007; Zhang et al., 2007; Lu et al., 2008; Shang et al., 2008)

10.4.1.2 *Schorpioenen*

(Blass and Gaffin, 2008; Gaffin et al., 2012)

10.4.1.3 *Overige insecten en andere lagere dieren*

(Lambin et al., 1990; Musio, 1997; Burton et al., 2001; Voss et al., 2002; Sasagawa et al., 2003; Saranak and Foster, 2005; Schroder-Lang et al., 2007; Scharf et al., 2008; Zhu et al., 2009; Bradshaw and Holzapfel, 2010)

10.4.2 *Vissen en andere organismen die in het water leven*

10.4.2.1 Guppies

(Chapman et al., 2009)

10.4.2.2 Zebravissen

(Saszik and Bilotta, 1999; Budaev and Andrew, 2009; Blaser and Penalosa, 2011; Steenbergen et al., 2011)

10.4.2.3 Inktvissen

(Muntz, 1994b; a; Seibel et al., 2000; Mathger, 2003; Newcomb et al., 2004)

10.4.2.4 Kreeften

(Fernandezdemiguel and Arechiga, 1992; Bojsen et al., 1998; Fanjul-Moles et al., 1998; Landsberger et al., 2008; Chiesa et al., 2010)

10.4.2.5 Watervlooien

(De Meester and Cousyn, 1997; Dodson et al., 1997; Michels and De Meester, 1998; Storz and Paul, 1998; van Gool and Ringelberg, 1998; Jensen et al., 1999; Michels et al., 1999; Ringelberg, 1999; Michels et al., 2000; Yuan et al., 2003; Semsari and Megateli, 2007)

10.4.2.6 "Zooplankton"

(Mimouni et al., 1993; Newman et al., 2003; Li et al., 2008; Manor et al., 2009; Martynova and Gordeeva, 2010)

10.4.2.7 Overige vissen en andere (lagere) dieren die in het water leven

Noot: Voor kweekvis in aquacultuur zie onder "landbouwhuisdieren".

(Wayne and Block, 1992; Browman et al., 1994; Ringelberg, 1995; Parzefall, 1996; Rodriguez, 1996; Green and Romero, 1997; Levenson et al., 1999; Sebastian and Horn, 1999; Taddei-Ferretti and Musio, 2000; Zupanc et al., 2001; Fuller, 2002; Herrero et al., 2003; Rickel and Genin, 2005; Widder et al., 2005; Levy et al., 2007; Bowden, 2008; Gershwin and Dawes, 2008; Fuller and Noa, 2010; McCarron et al., 2010; Reitzel et al., 2010; Robson et al., 2010)

10.4.2.8 Vissen, algemeen

(Noble et al., 2012)

EFSA rapport over het vermogen van vissen om gevoelens (sentience) te ervaren: (EFSA, 2009).

10.4.3 *Amfibieën*

10.4.3.1 Hagedis (inclusief axolotl)

(Schneider et al., 1991; Pietsch et al., 1993; Pasqualetti et al., 2003; Schlegel et al., 2009)

10.4.3.2 Kikkers

(Baker and Richardson, 2006; Aristakesyan and Karmanova, 2007; Sugimoto and Jiang, 2008; Baugh and Ryan, 2010; Borowsky, 2011)

10.4.4 *Reptielen*

(Zwick et al., 1997; Gregory, 2009)

10.4.5 *Vogels*

10.4.5.1 Vogels, algemeen

(Endler and Thery, 1996; Munro et al., 1997; Ritz et al., 2000; Henry et al., 2008)

10.4.5.2 Duiven

(Manns and Gunturkun, 2003; Pinkston et al., 2008)

10.4.5.3 Zangvogels

(Clayton and Cristol, 1996; Whaling et al., 1998; Maddocks et al., 2001b; Wiltschko and Wiltschko, 2001; Greenwood et al., 2002; Maddocks et al., 2002; Muheim et al., 2002; MacDougall-Shackleton et al., 2003; Greenwood et al., 2004; Smith et al., 2005a; Evans et al., 2006; Caro et al., 2007; Fernandez-Juricic and Tran, 2007; Matheson et al., 2008; Brilot et al., 2010; Evans et al., 2012)

10.4.5.4 Vogels, overig

(Koivula et al., 1997; Katzir et al., 1999; Crowther et al., 2003; Kalmar et al., 2007; Roux and Marra, 2007)

11 Bijlage: Andere groepen (huis-)dieren

11.1 Landbouwhuisdieren

Hieronder volgen eerst een aantal referenties over landbouwhuisdieren en (huis-)dieren in het algemeen. Daarbij wordt nadrukkelijk opgemerkt dat deze publicaties dus niet alleen over landbouwhuisdieren gaan, ookal staan ze onder dat 'kopje'.

(Fraser and Broom, 1990; Chemineau et al., 2008; Chemineau et al., 2010)
(Rusak and Zucker, 1975; Lincoln, 1992; Nelson et al., 1995; Bartussek, 1997; Parker, 1998; Bockisch et al., 1999; Yannielli and Harrington, 2001; Lund and Algers, 2003; Le Neindre et al., 2004; Broom and Fraser, 2007; Chemineau et al., 2007; Watanabe, 2007; Chemineau et al., 2009; Jensen, 2009; Houpt, 2010; Phillips et al., 2010; Rogers, 2010; LeSauter et al., 2011; Lien and Hammond, 2011; Vermeire et al., 2011; Walton et al., 2011)

11.1.1 Rundvee

11.1.1.1 Melkvee

(Chastain et al., 1997; Phillips et al., 2000; Phillips and Morris, 2001; Dahl and Petitclerc, 2003; Auchtung et al., 2004; Dahl et al., 2004; Dahl, 2008; Klinglmair et al., 2011)
EFSA rapport: (Algers et al., 2009)

11.1.1.2 Kalveren en vleesvee

(Phillips et al., 1997; Brown-Brandl et al., 2006)
EFSA rapport: (EFSA, 2006)

11.1.2 Pluimvee

11.1.2.1 Pluimvee algemeen

De volgende publicaties gaan over pluimvee in het algemeen (zonder dat het gebruikstype duidelijk was gespecificeerd). Het betreft vooral onderzoek naar de effecten van licht op de (vroeg) ontwikkeling van kuikens, bijvoorbeeld in relatie tot lateralisatie, d.w.z. het verschijnsel dat de linker en rechter hersenhelft zich verschillend ontwikkelen afhankelijk van de mate waarin het rechter oog van het kuiken in het ei blootgesteld geweest is aan licht.

(Quintero et al., 1994; Koene, 1996; Manser, 1996; D'Eath and Stone, 1999; Lewis and Morris, 1999; Moller et al., 1999; Maddocks et al., 2001a; Bobbo et al., 2002; Hill et al., 2004; Riedstra and Groothuis, 2004; Chiandetti and Vallortigara, 2009)

11.1.2.2 Leghennen

(Nuboer et al., 1992; Olsson and Keeling, 2000; Taylor et al., 2001; Olsson and Keeling, 2002; Knierim, 2006; Silversides et al., 2006; Vits et al., 2006; Lisney et al., 2012)

SVC/EFSA rapporten: (SVC, 1996; EFSA, 2005b; Van Niekerk et al., In press)

11.1.2.3 Vleeskuikens

(Matter and Oester, 1995; Buyse et al., 1996; Davis et al., 1999; Shah and Petersen, 2001; Bizeray et al., 2002; Prescott et al., 2003; Kuhles and Petersen, 2005; Kristensen et al., 2006; Calvet et al., 2009; Alvino et al., 2009a) EFSA rapport: (De Jong et al., 2012)

11.1.2.4 Eenden, kwartels en kalkoenen

(Sherwin, 1998a; Sherwin, 1998b; Martrenchar, 1999; Moinard et al., 2001; Barber et al., 2004; Smith et al., 2005b; Krautwald-Junghanns et al., 2011)

11.1.3 Varkens

(Lay et al., 1999; Sancho et al., 2006; Taylor et al., 2006; Duepjan et al., 2008; Zonderland et al., 2008; Costa et al., 2009; O'Connor et al., 2010)

Drie SVC/EFSA rapporten geven een overzicht van de effecten van licht op het welzijn van (vlees)varkens: (SVC, 1997; EFSA, 2007a) (EFSA, 2007b; Spoolder et al., 2011)

11.1.4 Schapen en geiten

(Chemineau et al., 1992a; Chemineau et al., 1992b; Lincoln and Clarke, 2002; Santos et al., 2006; Greiveldinger et al., 2007)

11.1.5 Aquacultuur

Er zijn vijf redelijk recente EFSA rapporten die een overzicht geven van de welzijnsaspecten van zes veelvoorkomende soorten kweekvis: karper, forel, zeebaars en zeebrasem, zalm en paling. In elk van deze rapporten is een paragraaf aan licht gewijd.

11.1.5.1 Tilapia

(Moreira and Volpato, 2004; MARTINEZ CHAVEZ, 2008; Pereira-da-Silva et al., 2012)

11.1.5.2 Zeebaarzen en zeebrasems

Referenties gevonden in de databases:

(Aranda et al., 1999; Aissaoui et al., 2000; Lopez-Olmeda et al., 2009; Sanchez et al., 2009; Montoya et al., 2010)

EFSA rapport: (EFSA, 2008b)

11.1.5.3 Zalmen

Referenties gevonden in de databases:

(Valdimarsson et al., 1997; Valdimarsson and Metcalfe, 2001; Folkedal et al., 2012; Folkedal et al., 2012b)

EFSA rapport: (EFSA, 2008)

Overzichtsartikel over welzijn van zalm: (Stien et al., In press)

11.1.5.4 Overige dieren in aquacultuur

11.1.5.4.1 Karpers

EFSA rapport: (EFSA, 2008e)

11.1.5.4.2 Palingen

EFSA rapport: (EFSA, 2008d)

11.1.5.4.3 Forellen

(Yue et al., 2004)

EFSA rapport: (EFSA, 2008c)

11.1.5.4.4 Garnalen

Bij garnalen worden ten behoeve van de productie de ogen verwijderd. Dit levert veel pijn op. (Cronin et al., 2002; Wang et al., 2003; Pontes and Arruda, 2005a; b; Pontes, 2006; Cheroske et al., 2009; Diarte-Plata et al., 2012)

11.1.5.4.5 Overige

(Champalbert and Le Direach-Boursier, 1998; Barcellos et al., 2009; Ashkenazy-Frolinger et al., 2010; Cowan et al., 2011)
EFSA rapportages: (EFSA, 2008c)

11.2 Proefdieren

Hieronder staat algemene informatie over proefdieren. De specifieke informatie over bepaalde diersoorten zoals ratten en muizen staat onder 'gezelschapsdieren'. (Dit geldt ook voor de informatie over 'wilde dieren', waardoor er hier geen aparte paragraaf aan wilde dieren meer is gewijd.)
(Dauchy et al., 2010a; Dauchy et al., 2010b; Dauchy et al., 2011)
EFSA rapport: (EFSA, 2005a)

11.3 Mensen

In deze paragraaf staan allerlei artikelen genoemd die de relatie tussen licht en met name fysieke gezondheid (huidkanker, Engelse ziekte) beschrijven. Daarnaast zijn er vele studies gedaan waarbij licht in relatie wordt gebracht tot geestelijke gezondheid (depressie). Omdat daarvoor veelal ratten en muizen worden gebruikt staan deze artikelen onder deze diersoorten (ratten en muizen) gerubriceerd.
(Longstreth et al., 1995; Scheer et al., 1999; Boroojerdi et al., 2000; Prato et al., 2001; Kotliar et al., 2004; Margrain et al., 2004; Roberts, 2005; Lucas et al., 2006; Cajochen, 2007; Alzoubi et al., 2010; Turner et al., 2010; Kessel et al., 2011; Lucas, 2011; Norval et al., 2011)
Humans (Vankuijk, 1991; Wehr, 1991; Martens and Ieee, 1997; Sliney, 2001; Pauley, 2004; Pettifor, 2004; Ma et al., 2009; Ma and Lin, 2010; Schmoll et al., 2011)



Wageningen UR Livestock Research

Edelhertweg 15, 8219 PH Lelystad T 0320 238238 F 0320 238050

E info.livestockresearch@wur.nl | www.livestockresearch.wur.nl