



---

# Programma van Eisen van de leghen 2020

Ontwerpen voor een goed dierenwelzijn

Ellen van Weeghel, Ingrid de Jong, Thea van Niekerk, Bram Bos

Rapport 1263



**WAGENINGEN**  
UNIVERSITY & RESEARCH

---



---

# Programma van Eisen van de legghen 2020

Ontwerpen voor een goed dierenwelzijn

Ellen van Weeghel, Ingrid de Jong, Thea van Niekerk, Bram Bos

Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen Livestock Research, in opdracht van en gefinancierd door de topsector Agri & Food en Avined, binnen het project Ontwerpen voor een gezondere pluimveehouderij (MIP) (AF-16204a)

Wageningen Livestock Research  
Wageningen, juli 2020

---

Rapport 1263

---

Ellen van Weeghel, Ingrid de Jong, Thea van Niekerk, Bram Bos, 2020. *Programma van Eisen van de leghen 2020; Ontwerpen voor een goed dierenwelzijn*. Wageningen Livestock Research, Rapport 1263.

Samenvatting NL In dit rapport worden de behoeften van leghennen en de eisen die de dieren aan hun gehouden omgeving stellen weergegeven in een zogenoemde Programma van Eisen. Er wordt nadere uitleg gegeven over de achterliggende literatuurstudie en het gebruik van het PvE. Ook zijn er in het PvE van de leghen 2020 voor het eerst de condities en voorwaarden voor positief welzijn opgenomen. Het PvE is een ontwerptool die het mogelijk maakt om leghennen als actor mee te nemen in het ontwerpproces. Het overzicht van de behoeften en de daaraan gerelateerde eisen waar een pluimvee systeem aan moet voldoen maken het mogelijk om te ontwerpen voor een goed dierenwelzijn, de additionele voorwaarden voor positief welzijn promoten daarnaast ook mogelijkheden voor het hebben van positieve emoties en ervaringen.

Summary UK In a so-called Brief of Requirements an overview of the needs of laying hens and the requirements that the animals pose on their living conditions are given. This report addresses the in-depth literature study and the instructions for use. In the BoR of the laying hen 2020 the conditions for positive welfare are included for the first time. The BoR is a design tool to acknowledge and include the animal as an actor in the design process. The overview of needs and the derived requirements for which a poultry system has to comply make it possible to design for good animal welfare, in addition, the conditions for positive welfare promote opportunities for the animals to have positive emotions and experiences.

Dit rapport is gratis te downloaden op <https://doi.org/10.18174/525841> of op [www.wur.nl/environmental-research](http://www.wur.nl/environmental-research) (ga naar 'Wageningen Livestock Research' in de grijze balk onderaan). Wageningen Livestock Research verstrekt *geen* gedrukte exemplaren van rapporten.

© 2020 Wageningen Livestock Research  
Postbus 338, 6700 AH Wageningen, T 0317 48 39 53, E [info.livestockresearch@wur.nl](mailto:info.livestockresearch@wur.nl),  
[www.wur.nl/livestock-research](http://www.wur.nl/livestock-research). Wageningen Livestock Research is onderdeel van Wageningen University & Research.

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

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt worden door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke wijze dan ook zonder voorafgaande toestemming van de uitgever of auteur.

Wageningen Livestock Research is NEN-EN-ISO 9001:2015 gecertificeerd.  
Op al onze onderzoeksopdrachten zijn de Algemene Voorwaarden van de Animal Sciences Group van toepassing. Deze zijn gedeponeerd bij de Arrondissementsrechtbank Zwolle.

Wageningen Livestock Research Rapport 1263



---

# Inhoud

	<b>Woord vooraf</b>	<b>5</b>
<b>1</b>	<b>Introductie</b>	<b>7</b>
	1.1 Dierenwelzijn	7
	1.1.1 Ontwerpen op basis van behoeften	8
	1.1.2 Aanvullend perspectief op dierenwelzijn: positief welzijn	8
<b>2</b>	<b>Methode</b>	<b>10</b>
	2.1 Behoeften van de leghen	10
	2.2 Literatuur onderzoek	11
	2.2.1 Literatuur interpreteren	12
	2.3 Programma van eisen aanpassingen en update	12
	2.3.1 Programma van eisen aanpassingen	12
	2.3.2 Programma van Eisen update nieuwe kennis	13
	2.3.3 Programma van Eisen update positief welzijn	13
	2.4 Opzet van het Programma van Eisen	16
	2.4.1 Kwalitatieve eisen en expert opinie	16
<b>3</b>	<b>Literatuur</b>	<b>18</b>
<b>4</b>	<b>Programma van Eisen</b>	<b>22</b>
<b>5</b>	<b>Literatuur Programma van Eisen</b>	<b>53</b>

---





---

# Woord vooraf

Een goed welzijn van dieren is een belangrijk onderdeel in de ambitie naar duurzamere toekomstige veehouderij systemen. Niet alleen dierenwelzijn, maar ook economische, ecologische en sociale belangen spelen een belangrijke rol. Het verbeteren van de leefomstandigheden van dieren moet dan ook gelijktijdig met andere uitdagingen voor verduurzaming worden opgepakt. In het ontwerpproces gaan we uit van de behoeften van de verschillende actoren, inclusief het dier, en vertalen deze behoeften in eisen. Op deze manier worden er mogelijkheden gecreëerd om (deel)systemen te ontwerpen die voldoen aan de verschillende belangen, en vermijden we situaties waar een verbetering op het ene aspect een nadelig effect heeft op het andere. Het inzichtelijk maken van de behoeften en eisen van het dier is nodig om die zo goed mogelijk mee te laten wegen in ontwerpprocessen, zodat ze niet ondersneeuwen.

Dit rapport geeft een overzicht van de behoeften en eisen van de leggen en groepen leghennen. Het Programma van Eisen leggen 2020 (PvE 2020) is een herziene en geactualiseerde versie van het PvE uit 2004 van het project Houden van Hennen (Houden van Hennen Projectteam, 2004). Naast het aanpassen en aanvullen met nieuwe kennis die beschikbaar is gekomen sinds 2004, zijn de eisen opnieuw geformuleerd om nog eenduidiger bij de behoeften van leghennen aan te sluiten. Om zo goed mogelijk vanuit het dier te redeneren hebben we kritisch gekeken naar taalgebruik en hebben we zoveel mogelijk vermeden om impliciet of expliciet bestaande oplossingen in de eisen te verwerken. Die kunnen namelijk de ontwerpruimte voor alternatieve mogelijkheden beperken. Bovenal hebben we zo goed mogelijk in kaart proberen te brengen wat er nodig is voor leghennen om hun ethologische en fysiologische behoeften en de daarbij behorende gedragingen te kunnen uitvoeren. Een nieuwe toevoeging betreft eisen die gesteld kunnen worden voor het bewerkstelligen van zogenoemde positieve emoties en daarmee 'positief welzijn' bevorderen bij leghennen. Dit is een nieuw, en zich nog ontwikkelend veld in de gedragsbiologie. Daarbij wordt gestreefd naar het actief bewerkstelligen van positieve emoties, door dieren mogelijkheden te geven om 1) volledig gedrag te kunnen vertonen, 2) om zelf keuzes te maken en zelfgestuurd gedrag te vertonen op basis van intrinsieke motivatie en 3) cognitief gestimuleerd te worden.

Het PvE 2020 is bruikbaar in het ontwerp van (deel)systemen voor leghennen. Door in ontwerpen uit te gaan van deze eisen wordt een goede basis gelegd om te voldoen aan de behoeften van leghennen en daarmee het waarborgen van goed dierenwelzijn. Daarmee wordt geen volledigheid gesuggereerd. Een groot deel van het gepubliceerde onderzoek (wetenschappelijke literatuur) is gericht geweest op het minimale wat nodig is om negatieve consequenties te voorkomen, en zeer beperkt op de vraag wat nodig is om gedrag adequaat en volledig te kunnen uitvoeren. Daarom is bij het interpreteren van de kwantificatie van de eisen enige voorzichtigheid geboden.

Dit rapport komt voort uit het project 'Ontwerpen voor een Gezondere Pluimveehouderij' dat zich richt op het interactief ontwerpen en ontwikkelen van houderijssystemen en systeemonderdelen voor de pluimveehouderij met een focus op gelijktijdige verbetering van: 1) de risico's voor de gezondheid van omwonenden, 2) emissies van fijnstof, ammoniak en endotoxinen, 3) de diergezondheid en het dierenwelzijn, en 4) het stalklimaat. Het voorliggende PvE biedt daar een belangrijke basis voor.

Bram Bos (projectleider) en Ellen van Weeghel



---

# 1 Introductie

In dit rapport presenteren we een herziene en geactualiseerde versie van het Programma van Eisen (PvE) van de legghen (Houden van Hennen, 2004). Het PvE gaat uit van de behoeften van de legghen en specificeert vervolgens de eisen die aan de omgeving gesteld worden om in die behoeften te voorzien. Deze omgeving wordt bepaald door technologische, natuurlijke en sociale componenten, maar ook het management van de pluimveehouder heeft een belangrijke invloed. Het PvE is daarmee een weergave van wat het dier wil en nodig heeft om in haar behoeften te kunnen voorzien, en specificeert die eisen op een manier die ruimte laat h oe aan die eisen voldaan wordt. De eisen maken het mogelijk om in ontwerpprocessen systematisch rekening te houden met de behoeften van de legghen, parallel aan de behoeften en eisen van andere actoren in een houderijsysteem (de pluimveehouder, de arbeider), en van afnemers en de omgeving aan de productiewijze, en van afnemers en consumenten aan het product.

In het PvE van de legghen zitten bewust nog geen compromissen of concessies ingebouwd. Het is namelijk een weergave van wat het dier wil en nodig heeft, vanuit het perspectief van het dier. In ontwerpprocessen zal vervolgens de keuze moeten worden gemaakt welk niveau daadwerkelijk wordt gekozen. Zo zijn in de aanpak van Reflexief Interactief Ontwerp (RIO; Bos et al., 2009; Elzen & Bos, 2016) eventuele tegenstrijdigheden met andere functies en doelen (bijvoorbeeld economie, werkbaarheid of milieu) geen uitgangspunt, maar onderwerp van kritisch onderzoek. Pas als duidelijk is dat er fundamentele fysieke of biologische wetmatigheden aan die tegenstrijdigheden ten grondslag liggen, worden concessies (*trade-offs*) expliciet gemaakt en geaccepteerd.

## 1.1 Dierenwelzijn

Het welzijn van productiedieren is al lange tijd een belangrijk maatschappelijk aandachtspunt en mede daardoor een vraagstuk voor wetenschappelijk onderzoek. Er is geen universeel geaccepteerde definitie van dierenwelzijn (Keeling et al., 2011), dat komt omdat er steeds weer nieuwe wetenschappelijke, ethische en beleidsontwikkelingen zijn die leiden tot revisies van eerdere definities (Fraser, 2008; Fraser et al., 2013; Green & Mellor, 2011). De meest recente concepten zijn ge evolueerd uit eerdere dierenwelzijn definities. Een van de eerste concepten die wereldwijd bekend is geworden, en wordt gebruikt, is de vijf vrijheden van de Brambell commissie (Brambell, 1965). Hierin was de aanname dat dierenwelzijn is gewaarborgd wanneer dieren gevrijwaard zijn van: 1) honger, dorst of onjuiste voeding, 2) thermaal en fysiek ongerief, 3) verwonding of ziekten, 4) angst en chronische stress, en 5) dieren vrij zijn om een normaal, soorteigen gedragspatroon te vertonen. Opvallend is dat sindsdien steeds meer aandacht is voor het kunnen ervaren van positieve emoties naast de blijvende focus op het verminderen van negatieve welzijnstoestanden (Boissy et al., 2007; Yeates & Main, 2008). Daarom is er een zesde vrijheid geformuleerd: 6) de vrijheid om positieve ervaringen te hebben – door condities aan te bieden waardoor positieve emoties (zoals tevreden zijn, plezier hebben, relaxed zijn, enthousiast zijn) ervaren kunnen worden (Farm Animal Welfare Council, 2009).

Hier hanteren we de volgende definitie, vanuit het perspectief van het dier: dierenwelzijn is 'de kwaliteit van leven zoals die door het dier zelf wordt ervaren' (Bracke et al., 1999, p. 182). In de wetenschappelijke literatuur is het breed geaccepteerd dat de definitie van dierenwelzijn het fysieke welzijn (diergezondheid) als het geestelijke welzijn (hoe dieren zich voelen met negatieve en positieve emoties) van het dier omvat, en de mate waarin het dier natuurlijk (soorteigen) gedrag kan vertonen (Fraser, 2008).

---

### 1.1.1 Ontwerpen op basis van behoeften

In de RIO-ontwerpaanpak worden productiedieren als actor en als stakeholder opgevat, met hun eigen specifieke eisen aan het systeem waarin ze (moeten) leven. Dierenwelzijn wordt in dat perspectief geoperationaliseerd op basis van wat (we verwachten wat) het dier zelf nodig heeft (behoeften) en graag wil (keuze) (Bracke et al., 1999; Fraser et al., 1997), en niet op wat mensen daarop projecteren, of wat marketing van dierenwelzijn vereist. In de loop van de evolutie heeft het dier mechanismen ontwikkelt om de kans op overleven en reproductie in een variërende omgeving te vergroten. Een groot deel van deze mechanismen worden aangestuurd door cognitieve en emotionele motivationele systemen. Deze systemen stellen Bracke et al. (1999) gelijk aan de behoeften van het dier. Er zijn fysiologische behoeften, zoals behoefte aan voedsel, water, en thermisch comfort, en ook ethologische behoeften, zoals foerageren, exploreren en sociale interactie. In Hoofdstuk 2.1 gaan we verder in op de verschillende behoeften van leghennen.

Dieren vergelijken hun huidige situatie (Istwerte) met wat ze willen (Sollwerte) (Bracke & Hopster, 2006). Er is sprake van behoefte bevrediging wanneer er een match is tussen Istwerte en Sollwerte. Als er een verschil wordt ervaren tussen wat de situatie is en wat gewenst is dan worden er gedrag en/of fysiologische responses geactiveerd om de mismatch op te lossen. Wanneer een dier voortdurend niet in staat is om de gewenste situatie te bereiken resulteert dat in negatieve emoties, zoals stress, frustratie, boosheid. Een behoefte wordt dan niet (voldoende) vervuld.

Om te kunnen ontwerpen voor behoeften brengen we de behoeften van een specifiek dier in kaart door middel van een behoeften analyse en rafelen dit uiteen in eisen die deze dieren aan hun (a)biotische omgeving stellen. Tijdens het ontwerpproces worden deze eisen - *wat er moet gebeuren of wat er nodig is* - ingevuld door oplossingen te vinden *hoe* dat te doen. Bijvoorbeeld de eis 'voldoende water van goede kwaliteit' kan worden ingevuld door het aanleggen van waterlijnen met drinknippels waaruit de dieren water kunnen bemachtigen. Naast het voorzien in behoeften kijken we naar mogelijkheden om negatieve ervaringen, zoals pijn, te voorkomen. Door het uitvoeren van een systeemanalyse – het tegen het licht houden van de huidige productiewijze in de gehele keten – komen de klempunten naar voren. Denk hierbij aan verenpikken, dooddrukken, snavelbehandelen, letsel en stress door vangen, en stress tijdens transport. In het herontwerp proces proberen we deze negatieve situaties voor leghennen zoveel mogelijk weg te ontwerpen. Door uit te gaan van alle behoeften en het voorkomen van negatieve situaties gaan we ervan uit dat we de basis voor een goed dierenwelzijn hebben gedekt in het ontwerpproces.

### 1.1.2 Aanvullend perspectief op dierenwelzijn: positief welzijn

In de literatuur is er een groeiende aandacht voor positief welzijn. Positief welzijn is de overkoepelende term wanneer men het heeft over meer aandacht voor het promoten van positieve emoties bij dieren. Naast de blijvende focus op het verminderen van negatieve emoties. Een emotie is een intense en kortdurende reactie op een gebeurtenis, waarbij er tegelijkertijd een verandering in gedrag, fysiologie en mentale staat plaatsvindt (Keeling, 2019). Negatieve emoties zijn bijvoorbeeld pijn, angst, eenzaamheid, depressief of frustratie (Jones & Boissy, 2011; Panksepp, 2004), voorbeelden van positieve emoties zijn blijdschap, comfort, levendig/enthousiast, veilig voelen of (zelf)vertrouwen (Boissy et al., 2007; Mellor, 2012). Dat dieren zowel negatieve als positieve emoties kunnen ervaren is breed geaccepteerd in de wetenschap en maatschappij.

Voor een goed leven van productiedieren is het promoten van dergelijke positieve emoties net zo betekenisvol als het voorkomen van negatieve emoties en het voldoen aan de behoeften. Om een vergelijking in de menselijke sfeer te trekken: materiële welvaart is mooi, maar zinvolle relaties en positieve ervaringen zijn nóg belangrijker. We trekken dit als een analogie door naar de dierenwereld. Daarmee zeggen we eigenlijk dat een dierenleven meer betekenis heeft als er ook (zelfs overheersend) positieve emoties aanwezig zijn, dan simpelweg de afwezigheid van negatieve emoties of de focus op het vervullen van behoeften om ongerief te voorkomen.

De leefomgeving van gehouden dieren kan mogelijkheden bieden voor het ervaren van positieve emoties. Die mogelijkheden zijn additionele beschikbare voorzieningen in de leefomgeving, die een

---

dier wellicht niet (direct) nodig heeft om te overleven, maar zeer gewaardeerd worden door het dier (Mellor 2015a). Tussen de uitgangspunten van afwezigheid van negatieve emoties, het vervullen van behoeften en bevorderen van positief welzijn zit een verschil in de uitwerking en de mogelijkheden die uiteindelijk in de omgeving worden aangeboden. Met voedsel als voorbeeld kunnen we het verschil duidelijk maken. Vanuit de geen ongerief-benadering eisen we 'geen hongergevoel', en vanuit de behoeften-aanpak eisen we 'voldoende voedsel dat voldoet aan de eisen van hoeveelheid, verteerbaarheid en variatie'. Vanuit de positief-welzijn benadering streven we echter naar 'zoeken, vinden en eten van voedsel is een plezierige ervaring'. Dit levert fundamenteel andere oplossingen op voor de verschillende benaderingen. Waar niet alleen het resultaat – voldoende goed voedsel – van belang is, maar óók de weg daarnaartoe; de mogelijkheden om voedsel gedrag te vertonen.

Het willen werken voor voedsel door middel van zoekgedrag (foerageren) is voor veel diersoorten van groot belang; ze hebben een sterke interne motivatie hiervoor (dat is evolutionair bepaald). Zo hebben Lindqvist and Jensen (2003) aangetoond dat leghennen prefereren om te werken voor voedsel zelfs als er daarnaast ad libitum (onbeperkt en vrij toegankelijk) voedsel aanwezig is. Deze motivatie om voedsel te zoeken is als gevolg van genetische selectie nauwelijks minder geworden en nog steeds prominent aanwezig, ook in de huidige op productie-eigenschappen geselecteerde rassen. Daarom is werken voor voedsel voor veel diersoorten bevredigender – op fysiologisch, ethologisch én cognitief gebied – dan het consumeren van vrij verkrijgbaar voedsel.

Naast foerageren zijn er een aantal andere behoeften die worden aangestuurd door een grote motivatie om het gedrag bij die behoefte te vertonen en waarvan het uitvoeren van het gedrag in zichzelf belonend is, dan dat het wordt gestuurd door de directe functionele (fysiologische) gevolgen (Boissy et al., 2007; Spruijt et al., 2001). Deze zijn: het verzamelen van informatie over de omgeving (exploreren) (Pedersen et al., 2014; Wood-Gush & Vestergaard, 1989), affiliatie gedrag (aangaan van sociale relaties) (Lindberg, 2001), zorg voor jonge dieren (Numan & Insel, 2006), spelgedrag (Held & Spinka, 2011), seksuele activiteit (Fisher et al., 2006; Georgiadis et al., 2012) en zelfverzorging (Panksepp, 2005).

Wat de benadering van positief welzijn dus toevoegt aan het operationaliseren van dierenwelzijn is dat we niet alleen moeten focussen op dat de behoeften worden vervuld, maar ook dat we scherp moeten kijken naar hóe deze behoeften worden vervuld. Eerder gingen we er impliciet vanuit dat mensen voor het 'vervullen van behoeften' moeten zorgen, vanuit een zorgplicht gedachte is dit begrijpelijk. Echter halen we hiermee wel (on)bewust mogelijkheden weg bij het dier om zelf haar eigen behoeften in te vullen. We komen er achter dat dit niet perse hoeft. Niet alleen is het dier in staat om zelf in haar behoeften te voorzien, ze wil ook graag het gedrag behorende bij de behoeften zelf uitvoeren (Mellor, 2012).

In dit PvE hebben we voor het eerst geprobeerd om een aantal voorwaarden voor het ervaren van positieve emoties door leghennen in eisen te vatten en op te nemen in het PvE. In Hoofdstuk 2.3 gaan we verder in op hoe we dit voor het PvE hebben gedaan.

## 2 Methode

### 2.1 Behoeften van de leghen

De behoeften van leghennen zijn geformuleerd op basis van de opvattingen van geraadpleegde panels van experts, het overzicht van behoeften van Anonymous (2001) en naar analogie van de denkwijze die voor de lijst met behoeften voor varkens gebruikt is van (Bracke et al., 1999). Voor leghennen onderscheiden we 15 behoeften verdeeld over 6 categorieën. Elke behoefte heeft een twee-letter code en is met dezelfde code in het PvE opgenomen. De L staat voor leghen en geeft duidelijkheid over de eishouder bij gebruik van meerdere PvE's (zoals die van de pluimveehouder, burger, consument). In de onderstaande tabel zijn de behoeften weergegeven met een korte toelichting.

#### Ethologische behoeften:

LF = Foerageren  
LE = Exploreren  
LS = Sociaal gedrag

#### Fysiek comfort:

LR = Rusten  
LZ = Zelfverzorging  
LB = Beweging

#### Fysiologische behoeften:

LT = Thermoregulatie  
LC = Excretie  
LP = Respiratie  
LA = Verzadiging van honger- en dorst

#### Reproductie:

LX = Seksueel gedrag  
LN = Nestgedrag en eilegggedrag  
LM = Maternaal gedrag

LG = Gezondheid

LV = Veiligheid

**Tabel 1** Behoeften van de leghen met omschrijving.

Behoefte	Omschrijving
Foerageren	Foerageren is het opnemen van voedsel door te scharrelen, te pikken naar en te krabben in de bodem. Kippen hebben de behoefte te foerageren in een omgeving die volop variatie en uitdaging biedt (Collias & Collias, 1967).
Exploratie (onderzoeken van de omgeving)	Vanaf het moment dat het kuiken uit het ei komt verkent het de omgeving, visueel en door te pikken naar objecten. Kippen hebben behoefte aan een complexe en veranderende, manipuleerbare omgeving waarin exploratie belonend werkt. Ze hebben een intrinsieke behoefte om informatie te verzamelen over de omgeving en daarmee hun overlevingskansen te verbeteren. Met het onderzoeken van de omgeving en het verwerken van de prikkels verbeteren ze hun cognitieve vaardigheden en zijn ze beter voorbereid op de toekomst (Garnham & Løvlie, 2018; Marino, 2017).
Sociaal gedrag	Een kip leeft onder semi-natuurlijke omstandigheden in groepen van 4-30 individuen waarin zowel hanen als hennen voorkomen. Ze vormen een stabiele rangorde (zodra de kuikens zelfstandig worden) waarin individuen elkaar herkennen zowel visueel als via geluid en met elkaar een sociale relatie kunnen aangaan. Sommige gedragingen worden gesynchroniseerd uitgevoerd, zoals rusten, stofbaden en foerageren. Kippen communiceren door middel van vele soorten geluiden die ook variëren in sterkte. Ze kunnen goed horen (20-4000 Hz). Door sociaal gedrag leren kippen, jong en oud, van elkaar. Kippen hebben niet alleen zelf gevoelens maar kunnen ook de gevoelens van soortgenoten waarnemen (Collias & Collias, 1967; Garnham & Løvlie, 2018).
Rusten	Het patroon van rusten en slapen wordt voornamelijk bepaald door de licht-donker cyclus. Perioden van rust komen verspreid over de dag voor en zijn vaak gesynchroniseerd. Kippen zoeken een hoge en veilige rustplaats (Blokhuys, 1984; Collias & Collias, 1967).
Zelfverzorging	Kippen houden hun verenkleed in goede conditie door middel van zelfverzorging (poetsen, vleugelslaan, vleugelstrekken, pootstrekken, stofbaden). Stofbaden wordt uitgevoerd door rul substraat (bestaand uit niet al te grote deeltjes) actief in het verenkleed te brengen, om op die manier het verenkleed te ontdoen van parasieten en in een goede conditie te houden (Van Liere,

Behoefte	Omschrijving
	1991). Kippen zonnebaden in respons op licht en warmte (van de zon), dit gedrag kan overgaan in stofbaden (Duncan et al., 1998).
Beweging	Kippen zijn dag-actieve dieren en kunnen gedurende een dag vele kilometers afleggen. Ze hebben daarom behoefte aan voldoende horizontale ruimte. Alhoewel vliegen relatief weinig wordt uitgevoerd, is er ook behoefte aan verticale ruimte, zoals bijvoorbeeld een hoge rust- of schuilplaats (Dawkins, 1989). Ze lijken ook een magnetisch kompas te bezitten voor navigatie (Zimmerman et al., 2003).
Thermoregulatie	Jonge kuikens zijn afhankelijk van de kloek voor hun thermocomfort. Kippen hebben ruimte nodig voor het uitvoeren van thermoregulatie door keuze in temperatuurzones en het kunnen uitvoeren van gedragingen die de lichaamstemperatuur reguleren (drinken, vleugels uitzetten, stofbaden, tegen elkaar aan kruipen, op stok gaan) (expert opinie: van Niekerk, de Jong).
Excretie	Tijdens het eten en als de hennen 's nachts rusten wordt de meeste mest geproduceerd. Verder vertonen hennen geen specifiek mestgedrag in tijd of ruimte. Hennen hebben een voorkeur voor een schone rustplaats (expert opinie: van Harn).
Respiratie	Door ademhaling wordt met name zuurstof en koolstofdioxide uitgewisseld met de omgeving. Kippen kunnen goed ruiken en hoge concentraties van bijvoorbeeld ammoniak en koolstofdioxide geven via speciale zenuwen ook een gevoel van pijn (Kristensen & Wathes, 2000).
Verzadiging van honger- en dorstgevoelens	Kippen hebben een goed ontwikkelde smaak en tactiele sensoren (vooral in de bek). Kippen zijn omnivoren en zijn goed in staat om voedseldeeltjes te selecteren die het beste zijn afgestemd op hun fysiologische behoeften. Kippen hebben behoefte aan voldoende en schoon drinkwater (expert opinie: van Niekerk, van Krimpen). Ze vertonen een karakteristieke drinkbeweging, dit is het opscheppen van water en vervolgens het naar achter kantelen van de kop om te slikken (Heidweiller et al., 1992). Kippen zoeken en bemachtigen graag zelf hun voedsel, ze hebben een voorkeur om te 'werken' voor het bemachtigen van voedsel boven vrij beschikbaar voedsel (SchuËtz & Jensen, 2001).
Seksueel gedrag	Gedrag in relatie tot reproductie moet ongestoord uitgevoerd kunnen worden. Wanneer de haan de hen benadert om te treden vertoont de hen het 'hurkgedrag' voor het treden, in respons op het baltsgedrag van de haan (Kruijt, 1964).
Nest gedrag	Hennen hebben de behoefte om hun eieren in een beschutte, herkenbare en veilige omgeving te leggen (Duncan et al., 1978).
Maternaal gedrag	Kippen vertonen maternaal gedrag wanneer ze kuikens hebben (kuikens worden zelfstandig vanaf 5-6 weken leeftijd). Ze gebruiken daarbij typerende bewegingen en geluiden. De kloek heeft een belangrijke functie in de bescherming van kuikens, het warm houden van de kuikens, stimuleren van diverse gedragingen, het aanleren van gedrag, en het selecteren van het juiste voedsel. De aanwezigheid van een kloek werkt angst reducerend bij kuikens (hierbij speelt ook de geur van de moeder een rol), en stimuleert synchronisatie van gedrag van kuikens en sociaal contact tussen soortgenoten (Edgar et al., 2016).
Gezondheid (vermijden van ziekte, verwondingen en lijden)	Kippen hebben de behoefte om zich te ontdoen van parasieten of deze te kunnen vermijden. Zieke kippen trekken zich graag terug in een omgeving die mogelijkheid biedt voor herstel (expert opinie: van Niekerk).
Veiligheid (beperken van angst)	Kippen willen bij 'extern gevaar' of bij agressie van soortgenoten schuilen, of zich onttrekken aan de agressor/predator door weg te rennen of een hoge schuilplaats op te zoeken (Brendler et al., 2014). Kippen verblijven bij voorkeur onder beschutting, zoals bomen of struiken (Collias & Collias, 1967). Kippen kunnen goed zien (dichtbij en veraf), ze kunnen UV licht waarnemen en hebben meer zicht in het rode en blauw-groene deel van het spectrum dan de mens. Licht (lichtspectrum en lichtsterkte) speelt daarom een belangrijke rol bij de inspectie van de omgeving en herkenning van soortgenoten (Marino, 2017). Geluiden van de omgeving en van soortgenoten spelen een rol in de signalering van 'gevaar'. Hanen hebben een rol in de bescherming van de groep, door verdedigen van het territorium en het signaleren van gevaar (Garnham & Løvlie, 2018; Marino, 2017).

## 2.2 Literatuur onderzoek

Literatuuronderzoek is uitgevoerd via de database 'Web of Science' waarin wetenschappelijke peer-reviewed literatuur is opgenomen. Zoekwoorden waren gerelateerd aan de behoefte of het gedrag dat daaruit volgt (bijvoorbeeld, voor zelfverzorging: 'preen\*', 'dustbath\*' Or 'dust bath\*', 'comfort behavior\*' gecombineerd met 'laying hen' of 'layer'. Wanneer dit onvoldoende resultaten opleverde, werd verder gezocht door te combineren met 'chick\*' of 'broiler' of 'poultry'. Soms, bij onvoldoende literatuur specifiek voor leghennen, leidde dit tot het opnemen van referenties die niet specifiek waren voor leghennen, maar bijvoorbeeld voor vleeskuikens. Daarnaast werd gebruik gemaakt van crossreferenties, waarbij de literatuurlijsten van de gevonden literatuur werden doorzocht op aanvullende referenties. Wanneer er erg weinig referenties beschikbaar waren werden experts geraadpleegd en werd soms ook gebruik gemaakt van abstracts van wetenschappelijke congressen (via expert bevraging of crossreferenties).

---

## 2.2.1 Literatuur interpreteren

In de literatuur over leghennen wordt, naast onderzoek onder experimentele omstandigheden, vaak ook gerapporteerd over onderzoek dat is gedaan onder huidige praktijkomstandigheden rekening houdende met belangrijke voorwaarden zoals arbeid en kosten. Dat is natuurlijk te begrijpen. Echter wordt daarmee ook het onderzoek beperkt tot wat *huidig* mogelijk en wenselijk is. Onderzoek enkel met de vraag *wat het dier nodig heeft en wil* zou de beste input zijn voor het PvE van de leggen, maar is meestal schaars. Voor het PvE maken we daardoor grotendeels gebruik van praktijkgerichte onderzoeken. Daarbij moeten we scherp letten op hoe we de resultaten interpreteren en vertalen naar eisen die de leggen stelt aan haar omgeving. Verschillende uitgangspunten of onderzoeksvragen leveren namelijk, logischerwijs, ook andere uitkomsten op. Het volgende voorbeeld laat dat goed zien. Zonderland et al. (2008) hebben gekeken naar de minimale hoeveelheid stro om staartbijten bij varkens te reduceren. Hier is gezocht naar het minimale omdat stro in varkenssystemen tot verstoppingen van het mestafvoer systeem kan leiden en het extra arbeid en kosten met zich meebrengt. Het resultaat was rond de 10 gram per varken per dag. Pedersen et al. (2014) vroegen zich af hoeveel stro er nodig is om aan de exploratiebehoefte van varkens te voldoen. Het punt waar meer stro geen verdere reductie van staartbijten opleverde was bijna 400 gram per varken per dag. Dit voorbeeld laat zien dat 10 gram stro al staartbijten kan reduceren, en het punt waarbij staartbijten niet meer verder reduceert bijna 400 gram is.

Bij bovenstaand voorbeeld zou de 400 gram stro (exploratiemateriaal) per varken per dag opgenomen worden in het PvE van het varken. Dit is de onderzochte hoeveelheid substraat die voldoet aan de behoefte om te exploreren. Echter, vaak is er alleen onderzoek beschikbaar waar is gekeken naar wat er minimaal nodig is zodat ongerief wordt vermeden c.q. beperkt. Deze waarden nemen we mee in het PvE en geven daarbij toelichting hoe deze waarden geïnterpreteerd moeten worden. Zoals bij de eis voor *voldoende geschikt foerageersubstraat*. In het onderzoek van van Emous et al. (2017) zijn de substraatdiktes 10, 5 en 2 cm met elkaar vergeleken, waarbij is gebleken dat de leggen een voorkeur heeft voor 10 cm. In de overige literatuur is er niet naar grotere diktes dan 10 cm gekeken. We nemen dan de waarde van 10 cm op met als toelichting dat deze waarde mogelijk niet de ideale substraatdikte voor het uitvoeren van foeragegedrag weerspiegelt.

## 2.3 Programma van eisen aanpassingen en update

Het PvE van Houden van Hennen uit 2004 is als basis genomen en is aangepast en geactualiseerd met de kennis van nu. Er is een uitgebreide literatuur studie gedaan en nagedacht over hoe we het kunnen ervaren van positieve emoties kunnen vertalen naar eisen. Het PvE voor de leggen 2020, weergegeven in Hoofdstuk 3, is zo compleet mogelijk en up-to-date, echter is een PvE een levend iets en behoeft het aanpassing en aanvulling op basis van voortschrijdend inzicht.

### 2.3.1 Programma van eisen aanpassingen

Een belangrijke aanpassing van het PvE 2020 ten opzicht van zijn voorganger is dat er kritisch is gekeken naar woordgebruik. Een PvE is een ontwerpinstrument om wat het dier nodig heeft en wil in de vorm van eisen mee te nemen in het ontwerpproces. Op basis van biologische kennis worden die eisen geformuleerd en hanteerbaar gemaakt in een technisch document. Het risico is dat de eisen, en daarmee de woordkeuze, teveel vanuit de praktijk en de mens is beredeneerd, terwijl het PvE van de leggen juist vanuit het perspectief van het dier moet worden gezien. We hebben de eisen opnieuw geformuleerd om nog eenduidiger bij de behoeften van de leggen te kunnen aansluiten. Bijvoorbeeld in plaats van *afwezigheid van ziektekiemen en -verwekkers* zijn we meer uitgegaan van resiliënte en de mogelijkheden van het dier om om te kunnen gaan met een (beperkte) blootstelling aan ziekteverwekkers. We hebben de eis aangepast in *een adequate respons kunnen vertonen wanneer het dier geconfronteerd wordt met ziekteverwekkers*. Zo ook in plaats van *bij ziekte of aandoeningen hennen afzonderen* wat is beredeneerd vanuit wat de mens moet doen, is de nieuwe eis *mogelijkheden om bij ziekte zelf te kunnen afzonderen* en is daarmee geformuleerd vanuit het dier.

Naast het eenduidiger bij de behoeften van leghennen aansluiten is er ook goed gekeken naar het gebruik van oplossingen in de formulering van eisen. In het PvE willen we de eisen op zo'n manier formuleren dat ze niet impliciet of expliciet uitgaan van bestaande oplossingen, dat gaat teveel in op de huidige praktijk en kan daarmee de ontwerpruimte beperken om tot andere oplossingen te komen. Zo hebben we het gebruik van woorden zoals legnesten, zitstokken, drinkbakken vervangen door mogelijkheden om ei te kunnen leggen, te kunnen rusten en te kunnen drinken.



---

### 2.3.2 Programma van Eisen update nieuwe kennis

Er is een verschil in de mate waarin bepaalde dingen zijn onderzocht. Zo is er bijvoorbeeld behoorlijk wat onderzoek gedaan naar de inrichting en vergelijking van houderijsystemen. Voorbeelden hiervan zijn hoe een uitloop het beste kan worden ingericht, of de plaats, kleur of materiaal van legnesten in een bepaald systeem. Ook wordt er veel voedingsonderzoek gedaan, met name naar het effect van additieven aan het dieet op de prestaties, productiviteit en eikwaliteit en -samenstelling, en wordt er veel onderzoek uitgevoerd naar diergezondheid en voedselveiligheid. Het reduceren van verenpikken en welke factoren daarbij van belang zijn is een belangrijk onderwerp bij leghennen onderzoek. Meer recent wordt er ook veel onderzoek uitgevoerd naar het voorkomen van botbreuken bij leghennen. Opfok omstandigheden en welke factoren daarin belangrijk zijn voor de ontwikkeling van gedrag op latere leeftijd is ook aardig wat onderzoek naar gedaan. Waar minder onderzoek naar is gedaan is bijvoorbeeld wat de leghen nodig heeft om bijvoorbeeld volledig en adequaat stofbadgedrag, foerageergedrag of sociaal gedrag te vertonen. Zoals kwantiteit van substraat, samenstelling van groepen en de voorwaarden voor compleet stofbadgedrag. Onderzoek naar het meten van positieve emoties of hoe deze binnen houderijsystemen kunnen worden gestimuleerd staat nog in de kinderschoenen.

### 2.3.3 Programma van Eisen update positief welzijn

Er is nog veel onbekend wat precies bijdraagt aan het hebben van positieve emoties bij leghennen, dat komt voornamelijk omdat dat nog niet is uitgezocht. Uit onderzoek naar emoties en gedrag bij mens en dier komen een aantal aspecten naar voren die van invloed kunnen zijn op het hebben van positieve ervaringen. Dit is een breed en complex domein en we gaan in dit PvE niet in detail in op alle voorwaarden voor positieve emoties. Dat komt omdat deze voorwaarden niet pasklaar zijn beschreven, het zijn meer breed geformuleerde voorwaarden die positieve ervaringen mogelijk zou kunnen maken. Voor dit PvE hebben we de eisen getoetst, aangepast en/of extra geformuleerd op basis van drie voorwaarden: 1) volledig gedrag, 2) keuzemogelijkheden en 3) complexiteit. Hieronder gaan we kort in op wat deze voorwaarden inhouden en wat dat betekent voor het PvE.

#### **Volledig gedrag**

Zoals aangegeven in de inleiding hebben dieren een sterke motivatie om het gedrag bij een behoefte uit te kunnen voeren waarbij het gedrag in zichzelf belonend is naast het resultaat van het gedrag (Boissy et al., 2007; Spruijt et al., 2001). Voor leghennen betreft het in ieder geval de ethologische behoeften: foerageren (Weeks & Nicol, 2006), exploreren (Nicol & Guilford, 1991) en sociaal gedrag (Widowski et al., 2016), ook bij zelfverzorging (Widowski & Duncan, 2000) is aangetoond dat de leghen gemotiveerd is om het gedrag behorend bij de behoefte uit te voeren. Het gedrag in zijn geheel, met alle bijbehorende elementen en volgorde van uitvoering, kan een voorwaarde zijn om de uitvoering als positief te ervaren. Een mooi voorbeeld is de behoefte van leghennen om zichzelf te verzorgen middels stofbadgedrag. Stofbadgedrag bestaat uit een sequentie van gedragselementen die gezamenlijk een volledig en kwalitatief goede uitvoering van de behoefte representeren. Wanneer bepaalde elementen niet of niet volledig kunnen worden uitgevoerd, dan kan het gedrag als geheel als onbevredigend worden ervaren. Bij stofbaden zie je dit terug wanneer het dier kortdurende pogingen tot stofbaden doet en telkens opnieuw begint (Vestergaard et al., 1997).

In dit PvE zijn we voor elk gedrag nagegaan uit welke elementen het gedrag bestaat en welke voorwaarden er nodig zijn om het gedrag uit te kunnen voeren. We ontrafelen dus het gedrag in elementen om per onderdeel te kunnen focussen op wat er nodig is om dit gedrag mogelijk te maken in de gehouden omgeving. In het PvE komt dit dan terug als afzonderlijke eisen. Zo bestaat foerageren uit het rondlopen, pikken met de snavel, schrapen met de poten, actief de omgeving scannen, iets eetbaars vinden en eten. Voor foerageergedrag zijn er in het PvE acht verschillende eisen opgenomen die ingaan op onder andere de benodigde ruimte, het substraat, lichtomstandigheden en het bemachtigen van eetbare deeltjes. Er is ruimte nodig om te kunnen rondlopen en de karakteristieke foerageerbewegingen te maken zoals pikken en schrapen. Er is substraat nodig om in te kunnen scharrelen en te schrapen. Voldoende licht om actief te kunnen zijn en de omgeving te kunnen scannen. En moet er eetbare deeltjes beschikbaar zijn in het substraat om door een scharrelende kip gevonden te kunnen worden.

Soms weten we niet precies wat het effect is van de afwezigheid van een van de eisen binnen een behoefte in het leven van een leghen, terwijl bij aanwezigheid wel het positieve effect is aangetoond. Bijvoorbeeld we weten niet zo goed wat het effect is van het niet kunnen vinden van eetbare deeltjes in het foerageersubstraat. Echter is wel gebleken dat bij aanwezigheid dit het foerageergedrag

---

stimuleert en het vinden in zichzelf als een beloning wordt ervaren (Moe et al., 2014). Zo is het ook moeilijk na te gaan wat het effect is van afwezigheid van hanen aanwezig in de groep, maar zien we wel positieve effecten zoals meer rust en minder pikgedrag bij aanwezigheid (Oden et al., 2005).

Een voorwaarde voor het bevorderen van positieve emoties kan dus zijn het aanbieden van mogelijkheden waardoor het complete pakketje aan gedragingen behorende bij een behoefte door het dier uitgevoerd kan worden. We hebben in het PvE - voor zover bekend - alle elementen voor het uitvoeren van een specifiek gedrag en de voorwaarden om het gedrag te kunnen uitvoeren opgenomen. Het eisenpakketje als geheel speelt dus - in meer of mindere mate - een rol bij het volledig kunnen uitvoeren van gedrag. En daarmee de bijdrage aan het kunnen ervaren van positieve emoties.

Het ontrafelen van gedrag om zo specifiek mogelijk de eisen te kunnen beschrijven heeft als voordeel dat duidelijk wordt wat er nodig is om dit gedrag(s-element) te kunnen uitvoeren. Daar staat wel tegenover dat het gedrag in afzonderlijke eisen wordt omschreven, en daardoor minder zicht is op het gedrag als geheel. Een gevolg kan zijn dat het PvE als een keuzemenu wordt toegepast waarbij de makkelijk te realiseren eisen gekozen worden. In het ontwerpproces komen de eisen van de verschillende stakeholders bij elkaar en moet er vaak ook keuzes worden gemaakt. Soms blijkt een eis van het dier tegenstrijdig met andere eisen, zoals de aanwezigheid van hanen kan nadelige gevolgen hebben voor de productiedoelen door de potentiële kans op bevruchting van eieren. Toch kan er dan nagedacht worden over de mogelijkheid om de eis te realiseren, bijvoorbeeld door de aanwezigheid van hanen te suggereren door geluid. Er is dan verder onderzoek nodig naar het effect van het afspeelen van hanengeluiden.

### **Keuzemogelijkheden**

Autonomie van het dier is een belangrijk aspect bij het bevorderen van positief welzijn. Autonomie (in de wetenschappelijke literatuur vaak aangeduid als 'agency') betekent dat een dier zelfgestuurd kan reageren op een interne motivatie om interactie aan te gaan met haar (a)biotische en sociale omgeving (Špinka & Wemelsfelder, 2011; Wemelsfelder & Birke, 1997). Het hebben van controle ligt ten grondslag aan autonomie. Controle is het hebben van de vrijheid en de mogelijkheden om keuzes te kunnen maken en is essentieel in het leven. Waar het nuttigen van voedsel noodzakelijk is om te overleven is het kunnen uitoefenen van controle belangrijk om een voor het dier waardevol leven te leiden.

Wanneer een dier zelfgestuurd gedrag vertoont dat leidt tot een gewenst resultaat, wordt dit proces ervaren als het hebben van controle (Dantzer, 2002; Špinka & Wemelsfelder, 2011). Als het gedrag resulteert in een beloning - of het voorkomen van straf - dan wordt niet alleen het gedrag zelf, maar ook het keuzeproces dat daaraan vooraf ging bekrachtigd (Spruijt et al., 2001). Het kunnen maken van keuzes is een belangrijk onderdeel bij het verkrijgen van een gevoel van controle. Er is in de literatuur veel geschreven over negatieve emoties als depressie en hulpeloosheid (vaak zichtbaar in de vorm van stereotiep gedrag of apathie) die zich voordoen wanneer een dier niet in staat is om (voldoende) controle op haar omgeving te kunnen uitoefenen (Mason & Rushen, 2008). Het hebben van de mogelijkheden om keuzes te kunnen maken en daarmee een gevoel van controle te bemachtigen versterkt het vertrouwen in eigen kunnen, het dier ervaart dan positieve emoties zoals zelfvertrouwen, voldoening en tevredenheid (Meagher et al., 2017; Nicol et al., 2009; Perdue et al., 2014; Schapiro & Lambeth, 2007; Young & Lawrence, 2003).

In het PvE hebben we de voorwaarde voor keuzemogelijkheden opgenomen door per behoefte en eis na te gaan of we variatie kunnen aanbieden. Het aanbieden van variatie is een middel om het dier de mogelijkheid te geven zelf keuzes te maken. Echter is variatie niet bij elke behoefte gewenst en de behoefte aan variatie kan verschillen tussen individuen. Rekening houdend met voorspelbaarheid en onvoorspelbaarheid en gewenste en ongewenste variatie, is er bij de behoefte aan foerageren wel variatie in substraat of in voedselaanbod opgenomen, maar bij de behoefte aan veiligheid juist consistentie in groepssamenstelling als eis opgenomen. Variatie is dan ook niet als een overkoepelende eis *an sich* in het PvE opgenomen, maar per behoefte en de daar bijbehorende eisen is gekeken of variatie bijdraagt of juist afbreuk doet aan mogelijkheden voor positieve ervaringen.

Om keuze aan te bieden kun je het systeem bijvoorbeeld in microklimaat-zones onderverdelen zodat het dier zelf warmte of koelte, zon of schaduw plekken kan opzoeken. Of door het vrij verkrijgbare

---

voedsel in losse ingrediënten aan te bieden waardoor de legghen haar eigen dieet kan samenstellen (Pousga et al., 2005). Door variatie aan te bieden kunnen dieren gedrag vertonen en keuzes maken op zo'n manier dat hun individuele comfort en hun kansen op positief welzijn worden vergroot.

## Complexiteit

Kippen bezitten een reeks aan cognitieve capaciteiten, waarbij er bewijs is voor meerdere geavanceerde cognitieve vaardigheden. De definitie van cognitie is 'de mechanismen waarmee dieren informatie uit de omgeving verwerven, verwerken, opslaan en op reageren' (Shettleworth, 2001). Naast het welbekende onthouden van de eigenschappen van het eerste bewegende object dat ze zien als kuiken (inprinting) (Sluckin & Salzen, 1961), bezitten kippen een klein begrip van wiskunde (Vallortigara et al., 2010), begrijpen ze sommige natuurkundige concepten (Regolin et al., 2011; Taylor et al., 2002), speelt sociaal leren een belangrijke rol in het leven (Marino, 2017; Nicol, 2015), en hebben kippen een geheugen vergelijkbaar met meeste primaten (Forkman, 2000; Regolin et al., 2005). Kippen bezitten een complex communicatiesysteem, waarbij er zelfs sprake is van de capaciteit om verbaal een plaatje te schetsen van een object, gebeurtenis of idee richting de ontvangende partij (Marino, 2017; Marler et al., 1986). Communicatie tussen kippen maakt gebruik van sociaal bewustzijn, zelfbewustzijn en het kunnen aannemen van het perspectief van een ander (Nicol, 2015). Vaardigheden die gezien worden als geavanceerde vormen van cognitie die ook gevonden worden in intelligente dieren zoals primaten (Vogeley et al., 2001). Ook in niet-sociale contexten worden er geavanceerde cognitieve capaciteiten gebruikt, zoals zelfbeheersing, zelfbeoordeling en zelfbewustzijn (Abeyesinghe et al., 2005).

In de natuur worden dieren geconfronteerd met uitdagingen bij het zoeken naar voedsel, partners en onderdak en het ontwijken van roofdieren. Om met deze uitdagingen om te kunnen gaan heb je diverse cognitieve vaardigheden nodig, zoals probleemoplossend vermogen, verschillende vormen van leren en ruimtelijke bewustzijn (Clark, 2017). Ook al zijn bovenstaande uitdagingen niet altijd ter sprake in een gehouden omgeving, bewijs suggereert dat dieren nog steeds graag uitgedaagd willen worden (Špinka & Wemelsfelder, 2011); kippen hebben bijvoorbeeld een sterke motivatie om te exploreren (Nicol & Guilford, 1991) en willen werken – fysiek en cognitief - voor iets terwijl het gelijktijdig makkelijk te verkrijgen is (Lindqvist & Jensen, 2009).

Emoties zijn veelzijdig en bestaan uit gedragsmatige, neurofysiologische, cognitieve en bewuste subjectieve processen (Mendl & Paul, 2004; Paul et al., 2005). Met de voorwaarde complexiteit willen we specifiek de cognitieve component van een emotie aanspreken. In de literatuur heeft men het over cognitieve verrijking of cognitieve uitdaging, wat inhoudt dat je mogelijkheden schept voor gehouden dieren om hun cognitieve capaciteiten in te zetten om te leren, problemen op te lossen en controle te verkrijgen over bepaalde aspecten van hun omgeving (Clark, 2017). Ook hier komt het verkrijgen van controle over de omgeving terug en is dan ook een belangrijk aspect in het bevorderen van positief welzijn.

Het aanbieden van cognitieve stimulatie wordt in huidige pluimveesystemen nauwelijks, bewust, toegepast en in het meer fundamentele onderzoek bij gehouden kippen wordt dit nog nauwelijks onderzocht. Er valt op dit gebied nog veel te behalen, niet alleen doordat het ontbreken ervan de dieren onthoudt van de cognitieve uitdagingen die ze nodig hebben, maar juist ook omdat het waarderen van stimuli, gebeurtenissen of situaties en het succesvol om kunnen gaan met deze uitdagingen een bron kan zijn van positieve emoties.

Omdat het onderzoek naar cognitieve verrijking bij kippen beperkt is bevat het PvE geen concrete invulling maar gebruiken we het meer algemene begrip complexiteit en richtlijnen die in lijn liggen met de gedachte achter cognitieve stimulatie. Zo hebben we de eis opgenomen *het bieden van een complexe omgeving gedurende gehele leven van de hennen (kuiken, opfok, legghen)*. Dit behoeft dan ook nog verder onderzoek om hieraan invulling te geven. Tegelijkertijd hebben we het wat concreter gemaakt door het tegenkomen van complexe uitdagingen tijdens foerageren en exploreren te kwantificeren, *minimaal 5 g/hen/dag eetbare deeltjes als beloning na uitvoeren van complexe taak* bij foerageren en *minimaal 2 x per dag tegenkomen van uitdaging die varieert in complexiteit* bij exploreren. Naast het aanbieden van een complexe omgeving die cognitieve inspanning vraagt hebben

---

we ook op sociaal gebied extra eisen opgenomen die sociaal leren bevorderen en communicatie tussen dieren mogelijk maakt.

### 2.3.3.1 Samenvattend

We hebben de bestaande eisen tegen het licht gehouden en systematisch de vraag gesteld of ze in de huidige vorm bijdragen of juist afbreuk doen aan de mogelijkheden tot het hebben van positieve emoties. Indien de eis beperkend werkte voor een of meer van de voorwaarden voor positief welzijn, hebben we de eis aangepast. Wanneer de eisen voor deze voorwaarden in zijn geheel ontbraken hebben we die toegevoegd. Zo bevatte het oude PvE wel eisen ten aanzien van structuur en hoeveelheden van voedsel en de benodigde ruimte om voedsel op te nemen, maar waren er geen eisen geformuleerd voor een *positieve ervaring* van eten. Voorbeelden van additionele eisen die hiervoor zijn opgenomen: *een deel van de voeropname verkrijgen door te foerageren* en *variatie in voedsel en eetbare deeltjes (vorm, structuur, nutriënten, smaak)*. Deze additionele eisen geven meer mogelijkheden tot positieve ervaringen door variatie aan te bieden waardoor het dier keuzemogelijkheden heeft en invulling kan geven aan eigen motivatie. Alsook het hebben van een grotere uitdaging door fysiek te werken voor voedsel (foerageren) in plaats van vrij verkrijgbaar voedsel. Voor de cognitieve uitdaging is er bij eten twee soorten additionele eisen opgenomen, de één gaat in op de intrinsieke voldoening van het zoekproces en informatie verzamelen over de omgeving (tegenkomen van een complexe taak), de ander gaat in op de extrinsieke voldoening door middel van een beloning (eetbare deeltjes als beloning bij succesvol een complexe taak oplossen).

## 2.4 Opzet van het Programma van Eisen

Het PvE van de leghen bestaat uit 16 verschillende secties: de 15 behoeften (Foerageren; Exploreren; Sociaal gedrag; Rusten; Zelfverzorging; Beweging; Thermoregulatie; Excretie; Respiratie; Verzadiging; Seksueel gedrag; Nest gedrag; Maternaal gedrag; Gezondheid; Veiligheid) en 1 additionele categorie: overig. Deze overige categorie geeft eisen weer die van algemeen belang zijn en die op de gehouden omstandigheden slaan. Zoals de eisen die gesteld worden aan licht en geluid voor het kunnen uitoefenen van gedrag. Ook het belang van een kwalitatief goede omgeving vanaf jonge leeftijd is in deze categorie opgenomen. De jonge fase (opfok) en de fase vanaf ongeveer 21 weken (leg) zijn veelal gescheiden en vinden in verschillende systemen plaats. Hoe het dier zich ontwikkelt en gedraagt in een legstelsel is mede afhankelijk van de omgeving en management tijdens het opgroeien in het opfokstelsel (Janczak & Riber, 2015) en is voor die reden meegenomen in het PvE in de categorie overig.

Elke sectie in het PvE is gestructureerd in een tabel met zes kolommen, waarin de eisen bij één behoefte worden gespecificeerd. In de eerste kolom staat de behoeften codering (zie Hoofdstuk 2.1). In de tweede kolom wordt de behoefte vermeld. In de derde kolom wordt de behoefte verder gespecificeerd en in de vierde kolom de eisen die daar onder vallen. Dit kunnen er meer dan één zijn, die worden dan onder elkaar in verschillende regels weergegeven. De vijfde kolom geeft verdere toelichting op en eventuele opmerkingen bij de eis. De zesde en laatste kolom vermeldt de referenties die ten grondslag liggen aan de eis. De bronnen variëren van wetenschappelijke artikelen en congresartikelen tot (hand)boeken en expert opinies.

### 2.4.1 Kwalitatieve eisen en expert opinie

Sommige dingen weten we nog niet goed genoeg, of er is nog geen kwantitatief onderzoek naar gedaan. Zo weten we dat leghennen een voorkeur hebben voor manipuleerbaar foerageersubstraat, dat het een losse structuur moet hebben, verplaatsbaar en vervormbaar is (Weeks & Nicol, 2006). Maar we weten niet in welke kwantitatieve mate. Dit zijn kwalitatieve gegevens, ze beschrijven in woorden wat er nodig is. In een PvE streven we om waar mogelijk de gegevens kwantitatief, met getallen, weer te geven. Maar wanneer die gegevens niet beschikbaar zijn proberen we het zo goed mogelijk te beschrijven. Tegelijkertijd is het niet wenselijk om de complexiteit van sommige eisen plat te slaan in getallen en geeft een kwalitatief omschreven eis meer ruimte voor inspiratie en context.

Tegelijkertijd weten we sommige dingen juist wel, maar zijn ze niet beschreven in de literatuur. In die gevallen nemen we de kennis wel op in het PvE en vermelden we bij de bron dat het een expert opinie betreft. Zo weten we bijvoorbeeld dat de leghen zich graag afzondert van de groep bij ziekte, en een rustige en beschutte plaats wil opzoeken. Dit is echter niet in de literatuur terug te vinden en is

---

daarom opgenomen onder vermelding van expert opinie. De expert opinies in het PvE zijn van de pluimvee experts van Wageningen Livestock Research.

---

## 3 Literatuur

- Abeyesinghe, S., Nicol, C., Hartnell, S., & Wathes, C. (2005). Can domestic fowl, *Gallus gallus domesticus*, show self-control? *Animal Behaviour*, 70(1), 1-11.
- Anonymous. (2001). Scientists' assessment of the impact of housing and management on animal welfare. *Journal of Applied Animal Welfare Science*, 4, 3-52.
- Blokhuis, H. (1984). Rest in poultry. *Applied Animal Behaviour Science*, 12(3), 289-303.
- Boissy, A., Manteuffel, G., Jensen, M. B., Moe, R. O., Spruijt, B., Keeling, L. J., . . . Aubert, A. (2007). Assessment of positive emotions in animals to improve their welfare. *Physiol Behav*, 92(3), 375-397. doi:10.1016/j.physbeh.2007.02.003
- Bos, A. P., Groot Koerkamp, P. W. G., Gosselink, J. M. J., & Bokma, S. (2009). Reflexive interactive design and its application in a project on sustainable dairy husbandry systems. *Outlook on Agriculture*, 38(2), 137-145. Retrieved from <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-69249096647&partnerID=40&md5=c13520234e4b29e16fb0041aa2b7341a>
- Bracke, M. B. M., & Hopster, H. (2006). Assessing the Importance of Natural Behavior for Animal Welfare. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, 19(1), 77-89. doi:10.1007/s10806-005-4493-7
- Bracke, M. B. M., Spruijt, B. M., & Metz, J. H. M. (1999). Overall animal welfare reviewed. Part 3: Welfare assessment based on needs and supported by expert opinion. *NJAS Wageningen journal of life sciences*, 307-322.
- Brambell, F. W. R. (1965). Report of the Technical Committee to Enquire Into the Welfare of Animals Kept Under Intensive Livestock Husbandry Systems (Vol. Cmnd28). London: HM Stationery Office.
- Brendler, C., Kipper, S., & Schrader, L. (2014). Vigilance and roosting behaviour of laying hens on different perch heights. *Applied Animal Behaviour Science*, 157, 93-99. doi:10.1016/j.applanim.2014.06.004
- Clark, F. E. (2017). Cognitive enrichment and welfare: Current approaches and future directions. *Animal Behavior and Cognition*, 4(1), 52-71.
- Collias, N. E., & Collias, E. C. (1967). A quantitative analysis of breeding behavior in the African village weaverbird. *The Auk*, 84(3), 396-411.
- Dantzer, R. (2002). Can farm animal welfare be understood without taking into account the issues of emotion and cognition? *Journal of Animal Science*, 80(E-suppl\_1), E1-E9.
- Dawkins, M. S. (1989). Time budgets in red junglefowl as a baseline for the assessment of welfare in domestic fowl. *Applied Animal Behaviour Science*, 24(1), 77-80. doi:10.1016/0168-1591(89)90126-3
- Duncan, I. J. H., Savory, C. J., & Woodgush, D. G. (1978). Observations on the reproductive behaviour of domestic fowl in the wild. *Appl. Anim. Ethol.*, 4, 29-42.
- Duncan, I. J. H., Widowski, T. M., Malleau, A. W., Lindberg, C. A., & Petherick, J. C. (1998). External factors and causation of dustbathing in domestic hens. *Behav. Proc.*, 43, 219-228.
- Edgar, J., Held, S., Jones, C., & Troisi, C. (2016). Influences of Maternal Care on Chicken Welfare. *Animals*, 6(1). doi:10.3390/ani6010002
- Elzen, B., & Bos, A. P. (2016). The RIO approach: Design and anchoring of sustainable animal husbandry systems. *Technological Forecasting and Social Change*.
- Farm Animal Welfare Council. (2009). *Farm animal welfare in Great Britain: Past, present and future*: Farm Animal Welfare Council.
- Fisher, H. E., Aron, A., & Brown, L. L. (2006). Romantic love: a mammalian brain system for mate choice. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 361(1476), 2173-2186.
- Forkman, B. (2000). Domestic hens have declarative representations. *Animal Cognition*, 3(3), 135-137.
- Fraser, D. (2008). Toward a global perspective on farm animal welfare. *Applied Animal Behaviour Science*, 113(4), 330-339. doi:10.1016/j.applanim.2008.01.011

- 
- Fraser, D., Duncan, I. J., Edwards, S. A., Grandin, T., Gregory, N. G., Guyonnet, V., . . . Whay, H. R. (2013). General Principles for the welfare of animals in production systems: the underlying science and its application. *Vet J*, 198(1), 19-27. doi:10.1016/j.tvjl.2013.06.028
- Fraser, D., Weary, D. M., Pajor, E. A., & Milligan, B. N. (1997). A scientific conception of animal welfare that reflects ethical concerns. *Animal Welfare*, 6(3), 187-205. Retrieved from <Go to ISI>://WOS:A1997XP45300001
- Garnham, L., & Løvlie, H. (2018). Sophisticated Fowl: The Complex Behaviour and Cognitive Skills of Chickens and Red Junglefowl. *Behavioral Science*, 8(13). doi:doi:10.3390/bs8010013
- Georgiadis, J. R., Kringelbach, M. L., & Pfaus, J. G. (2012). Sex for fun: a synthesis of human and animal neurobiology. *Nature reviews urology*, 9(9), 486.
- Green, T., & Mellor, D. J. (2011). Extending ideas about animal welfare assessment to include 'quality of life' and related concepts. *New Zealand Veterinary Journal*, 59(6), 263-271.
- Heidweiller, J., van Loon, J., & Zweers, G. (1992). Flexibility of the drinking mechanism in adult chickens (*Gallus gallus*)(Aves). *Zoomorphology*, 111(3), 141-159.
- Held, S. D. E., & Spinka, M. (2011). Animal play and animal welfare. *Animal Behaviour*, 81(5), 891-899. doi:10.1016/j.anbehav.2011.01.007
- Houden van Hennen Projectteam. (2004). Laying Hen Husbandry - Towards a Happy Hen Life, Proud Farmers and a Satisfied Society. Retrieved from Wageningen - Lelystad:
- Houden van Hennen. (2004). Laying hen husbandry : towards a happy hen life, proud farmers and a satisfied society. Retrieved from <http://edepot.wur.nl/5545>
- Janczak, A. M., & Riber, A. B. (2015). Review of rearing-related factors affecting the welfare of laying hens. *Poultry Science*, 94(7), 1454-1469. doi:10.3382/ps/pev123
- Jones, B., & Boissy, A. (2011). Fear and other negative emotions. *Animal Welfare*, 78-97.
- Keeling, L. J. (2019). Indicators of Good Welfare. In J. C. Choe (Ed.), *Encyclopedia of Animal Behavior* (2 ed., Vol. 1, pp. 134-140): Elsevier, Academic Press.
- Keeling, L. J., Rushen, J., & Duncan, I. J. (2011). Understanding animal welfare. *Animal Welfare*, 13-26.
- Kristensen, H. H., & Wathes, C. (2000). Ammonia and poultry welfare: a review. *World's Poultry Science Journal*, 56(3), 235-245.
- Kruijt, J. P. (1964). Ontogeny of social behaviour in the Burmese red junglefowl (*Gallus gallus spadiceus*). University of Groningen, Groningen.
- Lindberg, A. C. (2001). Group life. In L. J. Keeling & H. W. Gonyou (Eds.), *Social behavior in farm animals* (pp. 37-58). Wallingford: CAB International.
- Lindqvist, C. E. S., & Jensen, P. (2003). Contrafreeloading decreases with Age and Social Isolation in Red Jungle Fowl and White Leghorn Layers. Paper presented at the Proceedings of the 37th International Congress of the ISAE, Fondazione Iniziative Zooprofilattiche e Zootecniche, Brescia.
- Lindqvist, C. E. S., & Jensen, P. (2009). Domestication and stress effects on contrafreeloading and spatial learning performance in red jungle fowl (*Gallus gallus*) and White Leghorn layers. *Behav Processes*, 81(1), 80-84. Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0376635709000588>
- Marino, L. (2017). Thinking chickens: a review of cognition, emotion, and behavior in the domestic chicken. *Animal Cognition*, 20(2), 127-147. doi:10.1007/s10071-016-1064-4
- Marler, P., Dufty, A., & Pickert, R. (1986). Vocal communication in the domestic chicken: I. Does a sender communicate information about the quality of a food referent to a receiver? *Animal Behaviour*, 34, 188-193.
- Mason, G., & Rushen, J. (2008). *Stereotypic animal behaviour: fundamentals and applications to welfare*: Cabi.
- Meagher, R. K., Weary, D. M., & von Keyserlingk, M. A. (2017). Some like it varied: Individual differences in preference for feed variety in dairy heifers. *Applied Animal Behaviour Science*, 195, 8-14.
- Mellor, D. J. (2012). Animal emotions, behaviour and the promotion of positive welfare states. *New Zealand Veterinary Journal*, 60(1), 1-8. doi:10.1080/00480169.2011.619047
- Mendl, M., & Paul, E. S. (2004). Consciousness, emotion and animal welfare: insights from cognitive science. *Animal Welfare*, 13(1), 17-25.
- Moe, R. O., Nordgreen, J., Janczak, A. M., Bakken, M., Spruijt, B. M., & Jensen, P. (2014). Anticipatory and foraging behaviors in response to palatable food reward in chickens: effects of dopamine D2 receptor blockade and domestication. *Physiology & Behavior*, 133, 170-177.

- 
- Nicol, C. J. (2015). *The behavioural biology of chickens*: CABI.
- Nicol, C. J., Caplen, G., Edgar, J., & Browne, W. J. (2009). Associations between welfare indicators and environmental choice in laying hens. *Animal Behaviour*, 78(2), 413-424.  
doi:10.1016/j.anbehav.2009.05.016
- Nicol, C. J., & Guilford, T. (1991). Exploratory activity as a measure of motivation in deprived hens. *Animal Behaviour*, 41(2), 333-341.
- Numan, M., & Insel, T. R. (2006). *The neurobiology of parental behavior* (Vol. 1): Springer Science & Business Media.
- Oden, K., Gunnarsson, S., Berg, C., & Algers, B. (2005). Effects of sex composition on fear measured as tonic immobility and vigilance behaviour in large flocks of laying hens. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 95, 89-102.
- Panksepp, J. (2004). *Affective neuroscience: The foundations of human and animal emotions*: Oxford university press.
- Panksepp, J. (2005). Affective consciousness: Core emotional feelings in animals and humans. *Consciousness and cognition*, 14(1), 30-80.
- Paul, E. S., Harding, E. J., & Mendl, M. (2005). Measuring emotional processes in animals: the utility of a cognitive approach. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 29(3), 469-491.
- Pedersen, L. J., Herskin, M. S., Forkman, B., Halekoh, U., Kristensen, K. M., & Jensen, M. B. (2014). How much is enough? The amount of straw necessary to satisfy pigs' need to perform exploratory behaviour. *Applied Animal Behaviour Science*, 160, 46-55.  
doi:https://doi.org/10.1016/j.applanim.2014.08.008
- Perdue, B. M., Evans, T. A., Washburn, D. A., Rumbaugh, D. M., & Beran, M. J. (2014). Do monkeys choose to choose? *Learning & Behavior*, 42(2), 164-175.
- Pousga, S., Boly, H., & Ogle, B. (2005). Choice feeding of poultry: a review. *Livestock research for rural development*, 17(4).
- Regolin, L., Rugani, R., Pagni, P., & Vallortigara, G. (2005). Delayed search for social and nonsocial goals by young domestic chicks, *Gallus gallus domesticus*. *Animal Behaviour*, 70(4), 855-864.
- Regolin, L., Rugani, R., Stancher, G., & Vallortigara, G. (2011). Spontaneous discrimination of possible and impossible objects by newly hatched chicks. *Biology letters*, 7(5), 654-657.
- Schapiro, S. J., & Lambeth, S. P. (2007). Control, choice, and assessments of the value of behavioral management to nonhuman primates in captivity. *Journal of Applied Animal Welfare Science*, 10(1), 39-47.
- SchuÈtz, K. E., & Jensen, P. (2001). Effects of resource allocation on behavioural strategies: a comparison of red junglefowl (*Gallus gallus*) and two domesticated breeds of poultry. *Ethology*, 107(8), 753-765.
- Shettleworth, S. J. (2001). Animal cognition and animal behaviour. *Animal Behaviour*, 61(2), 277-286.  
doi:10.1006/anbe.2000.1606
- Sluckin, W., & Salzen, E. (1961). Imprinting and perceptual learning. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 13(2), 65-77.
- Špinka, M., & Wemelsfelder, F. (2011). Environmental challenge and animal agency. *Animal Welfare*, 27-43.
- Spuijlt, B. M., Van den Bos, R., & Pijlman, F. T. A. (2001). A concept of welfare based on reward evaluating mechanisms in the brain: anticipatory behaviour as an indicator for the state of reward systems. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 72, 145-171.
- Taylor, P. E., Haskell, M., Appleby, M. C., & Waran, N. K. (2002). Perception of time duration by domestic hens. *Applied Animal Behaviour Science*, 76(1), 41-51.
- Vallortigara, G., Regolin, L., Chiandetti, C., & Rugani, R. (2010). Rudiments of mind: Insights through the chick model on number and space cognition in animals. *Comparative Cognition & Behavior Reviews*.
- van Emous, R. A., Ogink, N., & Gunnink, H. (2017). Effect of litter depths on general and dustbathing behaviour in laying hens: Litter behaviour laying hens. Paper presented at the Xth European Symposium on Poultry Welfare 2017.
- Van Liere, D. W. (1991). *Function and organization of dustbathing in laying hens*. Landbouwwuniversiteit Wageningen, Wageningen.
- Vestergaard, K. S., Skadhauge, E., & Lawson, L. G. (1997). The stress of not being able to perform dustbathing in laying hens. *Physiol. Behav.*, 62, 413-419.



- 
- Vogeley, K., Bussfeld, P., Newen, A., Herrmann, S., Happé, F., Falkai, P., . . . Zilles, K. (2001). Mind reading: neural mechanisms of theory of mind and self-perspective. *Neuroimage*, 14(1), 170-181.
- Weeks, C. A., & Nicol, C. J. (2006). Behavioural needs, priorities and preferences of laying hens. *Worlds Poultry Science Journal*, 62(2), 296-307. doi:10.1079/wps200598
- Wemelsfelder, F., & Birke, L. (1997). Environmental challenge.
- Widowski, T. M., & Duncan, I. J. H. (2000). Working for a dustbath: are hens increasing pleasure rather than reducing suffering? *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 68, 39-53.
- Widowski, T. M., Hemsforth, P. H., Barnett, J. L., & Rault, J. L. (2016). Laying hen welfare I. Social environment and space. *Worlds Poultry Science Journal*, 72(2), 333-342. doi:10.1017/s0043933916000027
- Wood-Gush, D. G., & Vestergaard, K. (1989). Exploratory behavior and the welfare of intensively kept animals. *Journal of Agricultural Ethics*, 2(2), 161-169.
- Yeates, J. W., & Main, D. C. (2008). Assessment of positive welfare: a review. *The Veterinary Journal*, 175(3), 293-300.
- Young, R. J., & Lawrence, A. B. (2003). Do domestic pigs in controlled environments contrafreeload? *Journal of Applied Animal Welfare Science*, 6(4), 309-318. Retrieved from <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-1642321234&partnerID=40&md5=fe4395ac842c7edbbbd0d917a0de09d>
- Zimmerman, P. H., Pope, S. J., Guilford, T., & Nicol, C. J. (2003). Navigational ability in the domestic fowl (*Gallus gallus domesticus*). *Applied Animal Behaviour Science*, 80(4), 327-336.
- Zonderland, J. J., Wolthuis-Fillerup, M., van Reenen, C. G., Bracke, M. B. M., Kemp, B., Hartog, L. A. d., & Spolder, H. A. M. (2008). Prevention and treatment of tail biting in weaned piglets. *Applied Animal Behaviour Science*, 110(3-4), 269-281. doi:10.1016/j.applanim.2007.04.005

## 4 Programma van Eisen

**Tabel 2** Eisen voor de categorie Overig.

Codering	Behoeften	Specificatie behoeften	Eis	Hoeveelheid	Toelichting	Bron
LO1	Ervaren van vrijheid, buitenlucht en elementen als zon, water, aarde en wind	Vrijheid	Voldoende vrije ruimte om zich heen	-	Er is geen, makkelijk toewijsbare, wetenschappelijke onderbouwing voor deze behoefte. Dat komt omdat het lastig is te onderzoeken en aan te tonen. Daarnaast is er ook weinig onderzoek naar gedaan. Op basis van wat we wel weten gaan we ervan uit dat hennen zich prettiger voelen als ze vrijheid, buitenlucht en de elementen kunnen ervaren. Vrijheid geeft de mogelijkheid tot het maken van eigen keuzes om behoeftes te vervullen.	Expert opinie
LO2			De mogelijkheid om onbelemmerd van zich af te kunnen kijken	-	Er is geen, makkelijk toewijsbare, wetenschappelijke onderbouwing voor deze behoefte. Dat komt omdat het lastig is te onderzoeken en aan te tonen. Daarnaast is er ook weinig onderzoek naar gedaan. Op basis van wat we wel weten gaan we ervan uit dat hennen zich prettiger voelen als ze vrijheid, buitenlucht en de elementen kunnen ervaren. Vrijheid geeft de mogelijkheid tot het maken van eigen keuzes om behoeftes te vervullen.	Expert opinie
LO3		Buitenlucht	Ervaren van lucht met variatie in geuren, kleuren, luchtbeweging (snelheid, richting)	-	Er is geen, makkelijk toewijsbare, wetenschappelijke onderbouwing voor deze behoefte. Dat komt omdat het lastig is te onderzoeken en aan te tonen. Daarnaast is er ook weinig onderzoek naar gedaan. Op basis van wat we wel weten gaan we ervan uit dat hennen zich prettiger voelen als ze vrijheid, buitenlucht en de elementen kunnen ervaren.	Expert opinie
LO4		Zon	Ervaren van zonnestralen (warmte, licht)	-	Veel fysiologische processen staan onder invloed van (zon)licht. Zonlicht stimuleert gezondheid, aanmaak van vitamine D en van rode en witte bloedcellen, en de gedragingen zonnebaden en stofbaden, die zorgen voor verwijderen van o.a. parasieten uit het verenpak.	54

<i>Codering</i>	<i>Behoeften</i>	<i>Specificatie behoeften</i>	<i>Eis</i>	<i>Hoeveelheid</i>	<i>Toelichting</i>	<i>Bron</i>
L05		Water	Ervaren van water (voelen, zien)	-	Er is geen, makkelijk toewijsbare, wetenschappelijke onderbouwing voor deze behoefte. Dat komt omdat het lastig is te onderzoeken en aan te tonen. Daarnaast is er ook weinig onderzoek naar gedaan. Op basis van wat we wel weten gaan we ervan uit dat hennen zich prettiger voelen als ze vrijheid, buitenlucht en de elementen kunnen ervaren.	Expert opinie
L06		Aarde	Mogelijkheden om verschillende ondergronden te ervaren (zoals aarde, gras, steen, zand)	-	Er is geen, makkelijk toewijsbare, wetenschappelijke onderbouwing voor deze behoefte. Dat komt omdat het lastig is te onderzoeken en aan te tonen. Daarnaast is er ook weinig onderzoek naar gedaan. Op basis van wat we wel weten gaan we ervan uit dat hennen zich prettiger voelen als ze vrijheid, buitenlucht en de elementen kunnen ervaren.	Expert opinie
L07		Diversiteit	Variatie en afwisseling in omgeving (gehoor, zicht, reuk, tast, smaak waarnemingen)	-	Er is geen, makkelijk toewijsbare, wetenschappelijke onderbouwing voor deze behoefte. Dat komt omdat het lastig is te onderzoeken en aan te tonen. Daarnaast is er ook weinig onderzoek naar gedaan. Op basis van wat we wel weten gaan we ervan uit dat hennen zich prettiger voelen als ze vrijheid, buitenlucht en de elementen kunnen ervaren.	Expert opinie
L08	Aanwezigheid van licht voor het uitoefenen van gedrag	Lichtintensiteit	Lichtniveau dat past bij de gedragsbehoefte op dat moment	Zie toelichting	De literatuur geeft wel enkele minimumwaarden, maar de optimale waarde voor diverse gedragingen is niet bekend. Daarnaast is het van belang dat de kip een keuze heeft voor de intensiteit die past bij het gedrag dat de kip wil uitvoeren. Voor eten hebben ze een voorkeur voor een lichtere omgeving dan voor rusten en eileggen. Bij 5 lux zijn kippen minder actief dan bij 150 lux, maar ze vertonen meer veerverzorging en stofbaden. Hoge lichtintensiteit wordt vaak in relatie gebracht tot meer verenpikken, maar dit heeft waarschijnlijk veel te maken met de kwaliteit van het licht (spectrum, lichtverdeling). Daglicht varieert tussen 1000-100.000 lux. en daglicht is zeer variabel wat betreft intensiteit, wat weer de mate van activiteit/soort gedrag van kippen beïnvloedt.	1-4
L09		Lichtkleur	Aangename kleur van het licht	Volspectrum daglicht Wit-geel-achtig; geen rood of groen licht o.i.d.	Kippen prefereren een wit-geel-achtig spectrum, hoewel hun preferentie wel beïnvloed wordt door hun vroege ervaringen in de opfok.	5

<i>Codering</i>	<i>Behoeften</i>	<i>Specificatie behoeften</i>	<i>Eis</i>	<i>Hoeveelheid</i>	<i>Toelichting</i>	<i>Bron</i>
LO10		Flikkerfrequentie	Geen waarneembare flikkering	>120 Hz	Of kippen de flikkering van licht kunnen zien hangt ook af van het lichtniveau: beneden 5 lux zien ze waarschijnlijk de flikkering van laagfrequente lampen niet meer. De aanwezigheid van UV verhoogt de kans dat kippen de flikkering wel zien. Bij 700 lux kunnen kippen flikkeringen zien tot 120 Hz. Hennen zijn kalmer en voelen zich aangenaam bij geen flikkering in de omgeving.	6, 7
LO11		Wisselingen in licht en kleur	Beperkte lichtsterkte- of lichtkleurwisselingen	-	Sterke lichtovergangen belemmeren hennen om van de ene naar de andere ruimte te gaan	26
LO12	Geluid	Omgevingsgeluiden	Geen harde en/of continu aanwezige verstorende omgevingsgeluiden	<80 dB *		2, 8-10
LO13	Ervaren van een kwalitatief goede omgeving vanaf jonge leeftijd	Continuïteit in 3-dimensionale omgeving (opfok-leg)	Systeem en inrichting zijn gelijk of gebaseerd op dezelfde principes gedurende gehele leven van de hennen (horizontale en verticale ruimte)	-	Angst, stress, uitdroging en vermagering, botbreuken en beschadigend pikgedrag kunnen het gevolg zijn van de afwezigheid van afstemming tussen de opfok- en legomgeving. Leghennen kunnen bijvoorbeeld problemen krijgen met navigeren door het systeem (o.a. driedimensionaal). Kippen maken beter gebruik van de driedimensionale omgeving wanneer ze dit op jonge leeftijd hebben geleerd. Hennen die op jonge leeftijd leren te navigeren in de driedimensionale omgeving maken op oudere leeftijd beter gebruik van verhoogde rustplaatsen, maar zijn ook minder angstig en hebben minder verwondingen. Een goede afstemming van het opfok met het legstelsel stimuleert gebruik van de voorzieningen (denk aan platforms, rustplekken, legnesten, voer- en watervoorziening e.d.), bevordert bekendheid met het systeem en voorkomt daarmee angstgedrag (smothering), vermagering/uitval en verwondingen	11, 12
LO14		Scharrelmogelijkheid	Aanwezigheid van substraat om te scharrelen en te exploreren gedurende gehele leven van de hennen	-	De praktijk om strooiselverstrekking gedurende een korte periode in de opfok te onderbreken verhoogt de kans op beschadigend pikgedrag op latere leeftijd. Ook een korte periode (paar weken) zonder strooisel en daarna strooisel verstrekken vergroot het risico op beschadigend pikgedrag in het latere leven.	11, 13

<i>Codering</i>	<i>Behoeften</i>	<i>Specificatie behoeften</i>	<i>Eis</i>	<i>Hoeveelheid</i>	<i>Toelichting</i>	<i>Bron</i>
LO15		Stofbadmogelijkheid	Stofbadmogelijkheid vanaf jonge leeftijd beschikbaar	-	Vanaf een dag of 10 (de Jong, pers. comm) zijn elementen van stofbadgedrag zichtbaar. Het gedrag ontwikkelt zich met toenemende leeftijd naar volwassen stofbadgedrag	14, 15
LO16		Lichtomstandigheden	Aanbieden van daglicht gedurende gehele leven van de hennen	-	Daglicht tijdens de opfokperiode zou de kans op beschadigend pikgedrag in de productieperiode verminderen. Opfok met daglicht stimuleert gebruik van de buitenuitloop. Een hogere lichtintensiteit binnen stimuleerde uitloopgebruik (dus het verschil lijkt van belang te zijn). Opfok met daglicht liet zien dat op latere leeftijd hennen ook daglicht prefereerden boven kunstlicht. Daglicht lijkt ook gedrag (perching, Gunarsson) te synchroniseren/vervroegen. Er is nog weinig tot niets bekend over variatie in lichtintensiteit en weinig info over afstemming lichtintensiteit in verschillende ruimtes (binnen versus buiten)	16-18
LO17		Verhoogde rustplaatsen	Vanaf jonge leeftijd aanbieden van verhoogde rustplaatsen	Minimaal vanaf dag 7 aanwezigheid van verhoogde rustplaatsen	Rustplaatsen in de vorm van zitstokken worden gebruikt vanaf 7-10 dagen leeftijd. Aanleren zitstok gebruik is minder goed wanneer deze op latere leeftijd worden aangeboden, en kan leiden tot fysieke schade bij de hen (o.a. breuken door verkeerd aanvliegen of niet goed springen). Kippen maken beter gebruik van de driedimensionale omgeving wanneer ze dit op jonge leeftijd hebben geleerd. De mortaliteit is lager bij vroeg aanbod van driedimensionale omgeving.	11, 19, 20
LO18		Complexiteit in omgeving	Complexe omgeving bieden tijdens jonge inprentingsfase (kuiken)	-	Wanneer het dier tijdens de opfok in aanraking komt met verschillende stimuli, variatie en cognitieve uitdaging wordt daarmee een complexer brein (met meer neuronen) aangelegd dat op latere leeftijd meer complexiteit en uitdagingen aan kan en zich beter kan aanpassen en omgaan met veranderingen en uitdagingen. Complexiteit van de omgeving, en de cognitieve uitdagingen daarin, kunnen hennen helpen beter om te gaan met een veranderende omgeving. Het bieden van een complexe omgeving op jonge leeftijd is daarom van belang voor een goede adaptatie aan latere houderijomstandigheden. Ook vertonen hennen, zeker tijdens de opfokperiode, een zekere mate van flexibiliteit waardoor ze in staat zijn om met veranderende omgeving om te gaan	Expert opinie, 10, 11, 21, 115, 116

<i>Codering</i>	<i>Behoeften</i>	<i>Specificatie behoeften</i>	<i>Eis</i>	<i>Hoeveelheid</i>	<i>Toelichting</i>	<i>Bron</i>
LO19		Aanwezigheid voedsel en water	Voedsel en water direct beschikbaar vanaf het moment van het uitkomen van het kuiken		Binnen enkele uren na het uitkomen zal een kuiken willen eten en drinken	22
LO20		Complexe en variabele verrijking vanaf jonge leeftijd	Complexe en variabele omgeving gedurende gehele leven van de hennen	Voldoende, bereikbare en diverse stimuli voor alle kippen	Passend bij natuurlijk gedrag van de kip en aangeboden vanaf een jonge leeftijd, biedt een complexe en variabele omgeving de kip de mogelijkheid tot het verzamelen van nieuwe informatie. Omgevingsverrijking reduceert angstigheid en geeft meer optimistische gevoelens (bepaald in test situatie), plus verbetert cognitieve vaardigheden en vermindert symptomen van depressie in kuikens. Betere cognitieve vaardigheden hebben een positief effect op bijvoorbeeld het gebruik van een buitenuitloop. Toegang tot een buitenuitloop in de opfokperiode vermindert angst en stimuleert gebruik van de uitloop op oudere leeftijd. Vaste en niet manipuleerbare verrijkingen van de omgeving hebben weinig effect op verenpikken terwijl manipuleerbare/ veranderende materialen zoals hooibalen een reducerend effect hebben.	10, 11, 13, 23-27
LO21	Epi genetische voorbereiding op latere omgeving	Continuïteit in 3-dimensionale omgeving en management (ouderdieren-nakomelingen)	Systeem, inrichting en management van ouderdieren zijn aangepast aan de te verwachten omgeving van nakomelingen	-	De moeders en vaders geven informatie mee aan de kuikens over de te verwachten omstandigheden (omgeving). Afstemming van de omgeving (management, houderij) en vermindering van stress bij ouderdieren beïnvloeden daarom het adaptief vermogen van de nakomelingen. Daarnaast is er een effect van broedomstandigheden op adaptief vermogen, waarbij het nu lijkt dat meer natuurlijker broedomstandigheden door bijvoorbeeld het verstrekken van licht, stress bij nakomelingen vermindert	28-30
LO22	Genetica		Een goede genetische basis om te kunnen gaan met een productie omgeving	-	Genetische lijnen verschillen in adaptief vermogen en in adaptatie aan verschillende huisvestingsomstandigheden. Bij de selectie wordt rekening gehouden met eigenschappen die nodig zijn voor het kunnen functioneren in een productieomgeving	62-65

**Tabel 3** Eisen voor de behoefte Verzadiging.

Codering	Behoeften	Specificatie behoeften	Eis	Hoeveelheid	Toelichting	Bron
LA1	Verzadiging van hongergevoelens	Nutriëntenaanbod	Beschikbaarheid van benodigde nutriënten	-	Beschikbaarheid van benodigde nutriënten voor de gezondheid van de hen (onderhoud, eileg, groei). Nutriënten met voldoende energie, eiwit, vitaminen en mineralen voor, gezondheid, onderhoud (beweging, slijtage veren, warmteverlies) en (re)productie	31
LA2		Nutriënten keuzemogelijkheid	Los aanbod van diverse nutriënten	Tenminste een deel van het dieet als losse nutriënten aanbieden	Hennen zijn in staat om zelf de juiste nutriënten te kiezen die nodig zijn voor de fysiologische processen. De mogelijkheid om zelf nutriënten te kunnen kiezen geeft het dier zelf controle over haar eigen voedselopname passend bij de behoefte van het individuele dier	66, 67
LA3		Verteerbaarheid	Voedsel dat de darmwerking goed ondersteunt	Diameter 0,25 - 2 mm, niet-water oplosbare NSP's (Non starch polysacchariden)	Optimale grootte van de eetbare deeltjes of de mogelijkheid om voedsel tot de juiste deeltjesgrootte te bewerken. Een zekere hoeveelheid voedingsvezels van een grove structuur	Expert opinie, 32
LA4		Variatie	Verschillende typen eetbare deeltjes in termen van structuur, smaak en grootte	-	Variatie bevordert de mogelijkheden om te kunnen kiezen. Variatie van eetbare deeltjes biedt ook mogelijkheden om verschillende zintuigelijke ervaringen te hebben	33-35
LA5		Fysieke ruimte	Voldoende ruimte om voedsel tot zich te nemen	15 cm eetruimte/hen	15 cm eetruimte per hen gebaseerd op de afmeting van een gemiddelde hen die staat. $0,029 * W^{0,67} * 10.000 =$ allometrische formule staande hen = 446 cm <sup>2</sup> bij een W (lichaamsgewicht) van 1,9 kg. De juiste ratio voerplaatsen/aantal dieren hangt af van: de koppelgrootte, synchronisatie, ad lib voeren of niet, de fysieke ruimte per hen, de sociale ruimte per hen. Ronde voerbakken vereisen minder dierruimte omdat een hen conisch is gevormd.	36-38
LA6		Lichtintensiteit en -kwaliteit	Voldoende licht om voedsel en water tot zich te nemen	> 200 lux * daglichtspectrum	Licht is nodig om voedsel en water te kunnen vinden, eetbare deeltjes te onderscheiden en bodemsubstraat te	1, 39, 40

Codering	Behoeften	Specificatie behoeften	Eis	Hoeveelheid	Toelichting	Bron
					kunnen inspecteren. Kippen zijn actiever onder een hogere lichtintensiteit.	
LA7	Verzadiging van dorstgevoelens	Wateraanbod	Beschikking tot voldoende water	Onbeperkt	Het handhaven van de waterbalans is van groot belang voor het welzijn van de hen en wordt bepaald door wateropname (via water en voeding) en waterverlies (door verdamping, vastleggen in het lichaam en excretie). Water behoefte is afhankelijk van interne en externe factoren zoals voedselopname en -samenstelling, het klimaat en het welbevinden van het dier	22, 41
LA8		Veilig water	Juiste watereigenschappen	pH tussen 5 en 8; geen biofilm; juiste zuurgraad; geen hoge concentraties van o.a. metalen	zie waarden mineralen in Tabel 5.1 De Jong et al. Open water heeft risico op vervuiling, zoals bacteriën	31, 41 (Tabel 5.1)
LA9		Fysieke ruimte	Kunnen uitvoeren van karakteristieke drinkbewegingen	Kip moet water kunnen opscheppen	Kippen kunnen ook pikken naar waterdruppels	42
LA10			Voldoende ruimte om water tot zich te nemen	15 cm drinkruimte/hen	15 cm drinkruimte per hen gebaseerd op de afmeting van een gemiddelde hen die staat. $0,029 * W^{0,67} * 10.000 =$ allometrische formule staande hen = 446 cm <sup>2</sup> bij een W (lichaamsgewicht) van 1,9 kg.	37
LA11		Lichtintensiteit en -kwaliteit	Voldoende licht om voedsel en water tot zich te nemen	> 200 lux * daglichtspectrum	Licht is nodig om voedsel en water te kunnen vinden, eetbare deeltjes te onderscheiden en bodemsubstraat te kunnen inspecteren. Kippen zijn actiever onder een hogere lichtintensiteit. Eten bij 200 lux wordt geprefereerd boven 60 lux (Davis); meer scharrelgedrag bij 60 lux dan bij 20 lux (De Jong, unpublished); lichtspectrum bepaalt in welke mate deeltjes in substraat zichtbaar zijn. * Beperkte vergelijkingen geven nog onvoldoende duidelijkheid over gewenste lichtintensiteit. Daglichtspectrum zou positief werken op foerageergedrag maar dit dient nog onderbouwd te worden.	1, 39, 40



**Tabel 4** Eisen voor de behoefte Foerageren.

Codering	Behoeften	Specificatie behoeften	Eis	Hoeveelheid	Toelichting	Bron
LF1	Uitvoeren van foerageergedrag (=eten, drinken en het uitvoeren van het voeropnamegedrag)	Bemachtigen van voedsel	Door middel van foerageergedrag, pikken en krabben in de omgeving en tegelijkertijd actief de omgeving scannen, vinden van voedsel/eetbare deeltjes	± 30% door vrije voedselopname	Foerageren is gedrag waar het dier intern zeer gemotiveerd voor is om te vertonen, ook al is vrij beschikbaar voedsel aanwezig. Kippen foerageren ongeveer 60% van de actieve periode (bankivahoen). Het vinden van eetbare deeltjes werkt belonend en stimuleert foerageergedrag. Bij vergelijken van niet-gedomesticeerde en gedomesticeerde kippen koos de gedomesticeerde lijn ervoor om ongeveer 30% van de voeropname te verkrijgen door middel van werken, dat wil zeggen door te foerageren in strooisel, terwijl het overige voer uit de voerbak werd gegeten.	43-45
LF2		Fysieke ruimte	Voldoende ruimte om te foerageren	1.199 cm <sup>2</sup> / hen*	We nemen aan dat een hen 1,5 maal meer ruimte nodig heeft voor scharrelen dan voor schrapen. $0,052 * W^{0,67} * 10.000 =$ allometrische formule schrapende hen = 799 cm <sup>2</sup> * 1,5 = 1.199 cm <sup>2</sup> bij een W (lichaamsgewicht) van 1,9 kg. * dit is de minimale oppervlakte wat het lichaam bij deze beweging inneemt, dit geeft niet de (driedimensionale) ruimte aan die nodig is voor het volledig kunnen uitvoeren van het complete gedrag , d.w.z. bij foerageren wordt een gebied afgewerkt	37
LF3			Voldoende ruimte om te schrapen	799 cm <sup>2</sup> / hen *	$0,052 * W^{0,67} * 10.000 =$ allometrische formule schrapende hen = 799 cm <sup>2</sup> bij een W (lichaamsgewicht) van 1,9 kg. * dit is de minimale oppervlakte wat het lichaam bij deze beweging inneemt, dit geeft niet de (driedimensionale) ruimte aan die nodig is voor het volledig kunnen uitvoeren van het complete gedrag	43
LF4		Foerageersubstraat	Geschikt substraat (kwantiteit)	> 10 cm dik *	Onderzoek naar substraatdiktes vergeleek drie substraatdiktes: 10, 5 en 2 cm. 10 cm bleek beter dan 5 of 2 cm. * Grotere substraatdiktes dan 10cm zijn niet vergeleken. Deze waarde representeert dan ook niet noodzakelijkerwijs de ideale waarde. Er is geen onderzoek gedaan naar welke dikte nodig is om het gedrag volledig en adequaat te kunnen uitvoeren	46, 47

<i>Codering</i>	<i>Behoeften</i>	<i>Specificatie behoeften</i>	<i>Eis</i>	<i>Hoeveelheid</i>	<i>Toelichting</i>	<i>Bron</i>
LF5			Geschikt substraat (kwalitatief)	Losse deeltjes die manipuleerbaar zijn met snavel en poten	Manipuleerbaar substraat - verplaatsbaar, vervormbaar - heeft de voorkeur boven niet manipuleerbaar substraat. Onderzoek heeft voorkeuren gevonden voor turfmoalm en zand. De voorkeuren gevonden in onderzoek geven een relatieve voorkeur ten opzichte van andere geteste substraten. De substraten weergegeven zijn daarom geen eis, maar een voorbeeld van type substraten.	48-51
LF6		Uitdaging	Tegenkomen van (complexe) uitdagingen tijdens foerageren	> 5 g/hen/dag eetbare deeltjes als beloning na uitvoeren van complexe taak	Kippen vertonen de voorkeur om - fysiek en cognitief - te werken voor voeropname boven vrij opneembaar voer. Onderdeel van volledig foerageergedrag is het tegenkomen van uitdagingen in de omgeving en daarmee om te gaan door het aanspreken van de cognitieve vaardigheden. Het krijgen van een beloning wordt gezien als een positieve ervaring en die het foerageergedrag verder stimuleert.	Expert opinie, 21, 44
LF7		Variatie	Variatie in foerageersubstraat, foerageerplaats en -omstandigheden (o.a. licht)	-	Variatie is belangrijk in het ervaren van positief welzijn. Een diversiteit aan bodemsubstraten en foerageeromstandigheden zorgt voor variatie en stimuleert foerageergedrag. Kruiden en grassen met zachte bladeren zijn aantrekkelijk extra piksubstraat	Expert opinie, 26, 52
LF8		Lichtintensiteit en -kwaliteit	Voldoende licht om voedsel en water tot zich te nemen	> 200 lux * daglichtspectrum	Licht is nodig om voedsel en water te kunnen vinden, eetbare deeltjes te onderscheiden en bodemsubstraat te kunnen inspecteren. Kippen zijn actiever onder een hogere lichtintensiteit. Eten bij 200 lux wordt geprefereerd boven 60 lux en er is meer scharrelgedrag bij 60 lux dan bij 20 lux. Lichtspectrum bepaalt in welke mate deeltjes in substraat zichtbaar zijn. * Beperkte vergelijkingen geven nog onvoldoende duidelijkheid over gewenste lichtintensiteit. Daglichtspectrum zou positief werken op foerageergedrag maar dit dient nog onderbouwd te worden.	1, 39, 40

**Tabel 5** Eisen voor de behoefte Gezondheid.

Codering	Behoeften	Specificatie behoeften	Eis	Hoeveelheid	Toelichting	Bron
LG1	Gezond zijn / goed kunnen functioneren	Het lichaam kan weerstand bieden aan ziekteverwekkers	Een adequate respons kunnen vertonen wanneer het dier geconfronteerd wordt met ziekteverwekkers	-	Robuuste en veerkrachtige kippen (genetisch, maar ook lekker in het vel zitten, weinig stress) zijn beter in staat zijn om te gaan met 'verstoring' uit de omgeving en zichzelf te herstellen	55
LG2		Parasieten	Zich kunnen ontdoen c.q. het vermijden van parasieten (vogelmijt, wormen)	Lage parasietendruk in uitloop; aanwezigheid stofbadsubstraat en zonlicht (zie zelfverzorging); afwezigheid vogelmijt	Bij een lage parasietendruk en de juiste omstandigheden heeft de kip mogelijkheden om zich te ontdoen van (sommige) parasieten. Voor wormen geldt dat een lage druk gewenst is, omdat deze (nu) met medicatie bestreden moeten worden.	expert opinie, 53
LG3		Leefomgeving	Een sociale en fysieke omgeving die de weerbaarheid ondersteunt	Zie toelichting	Weerbaarheid van het dier wordt beïnvloed door sociale en fysieke factoren in de omgeving. Bijvoorbeeld, sociale instabiliteit heeft een negatief effect op het immuunsysteem. De fysieke omgeving speelt ook een rol in de vorm van klimaat, aanwezigheid stofbadsubstraat e.d. Stimuleren van positieve emoties, zoals het verstrekken van verrijking, heeft een positief effect op de weerbaarheid van het dier tegen infecties. Comfortgedrag (poetsen, stofbaden, zonnebaden) helpt de hen bij het gezond houden van haar verenpak. Veel fysiologische processen staan onder invloed van (zon)licht. Zonlicht stimuleert gezondheid, aanmaak van vitamine D en van rode en witte bloedcellen, en de gedragingen zonnebaden en stofbaden, die zorgen voor verwijderen van o.a. parasieten uit het verenpak.	54, 55
LG4			Bodembedekking die een goede voetzoolkwaliteit garandeert	Geen scherpe bodembedekking. Droog en juist strooiselmateriaal. Juiste materiaal, vorm en maaswijdte van platforms en rustmogelijkheden	Vochtig substraat is een belangrijke oorzaak van voetzoollaesies. Scherpe deeltjes kunnen sneetjes veroorzaken en daarmee infectie van de voetzolen. Materiaal van rustplekken, platforms en ramps kan een veroorzaker zijn van bumble foot bij leghennen (ontsteking in de voetzool waardoor de voetzool opzwelt)	56-59

<i>Codering</i>	<i>Behoeften</i>	<i>Specificatie behoeften</i>	<i>Eis</i>	<i>Hoeveelheid</i>	<i>Toelichting</i>	<i>Bron</i>
LG5		Pikgedrag	Een adequate respons kunnen vertonen wanneer het dier geconfronteerd wordt met pikgedrag	-	Hennen moeten zich kunnen onttrekken aan beschadigend pikgedrag, door de mogelijkheid te bieden omhoog te gaan, te schuilen of weg te gaan van de actor, en daarmee het risico reduceren op beschadigingen door soortgenoten.	
LG6		Ingrepen	Intact blijven	Geen ingrepen aan het dier	Ingrepen tasten de integriteit van het dier aan, zijn pijnlijk, en beïnvloeden gedurende korte of langere tijd na het uitvoeren van de ingreep het gedrag en het welbevinden.	60, 61, 68, 69
LG7		Ziekte	Mogelijkheid om te kunnen afzonderen	Ruimte waar een dier ongestoord kan verblijven, visueel afgescheiden van de groep	Zieke dieren zijn kwetsbaar voor predatie en verstoring door de groep. Een zieke kip zoekt een rustige, beschutte en afgezonderde plaats met beschikking tot water en voedsel waar zij in rust kan herstellen	Expert opinie
LG8		Genetica	Een goede genetische basis om gezond te kunnen blijven in een productieomgeving	-	Bij de genetische selectie rekening houden met gevoeligheid voor ziekten en weerbaarheid	63

**Tabel 6** Eisen voor de behoefte Exploreren.

Codering	Behoeften	Specificatie behoeften	Eis	Hoeveelheid	Toelichting	Bron
LE1	Uitvoeren van exploratie gedrag	Fysieke ruimte	Voldoende ruimte om te exploreren	Zie toelichting	Kippen kunnen per dag enkele kilometers afleggen tijdens het scharrelen en onderzoeken van de omgeving. De fysieke ruimte (stal, inclusief eventuele uitloop, inclusief driedimensionale ruimte) is voldoende om aan de exploratiebehoefte te voldoen. Er is de mogelijkheid om een aaneengesloten stuk te lopen.	43
LE2		Uitdaging	Tegenkomen van (complexe) uitdagingen tijdens exploreren	>2 x per dag tegenkomen van uitdaging die varieert in complexiteit	Kippen zijn cognitief, emotioneel en hebben een gelijke sociale complexiteit als andere vertebraten, met name zoogdieren. Het tegenkomen van uitdagingen, waar het dier cognitief (of anderszins) mee om moet gaan, is onderdeel van het uitvoeren van het complete exploratiegedrag. Het dier heeft de voorkeur om - fysiek en cognitief - te werken voor informatie en het (succesvol) oplossen van complexe situaties. Een omgeving die leghennen cognitief uitdaagt stimuleert exploratiegedrag en de positieve ervaring daarvan. De structuur van de omgeving biedt gedurende de dag meermaals de mogelijkheid om uitdagingen tegen te komen die variëren in complexiteit.	10, 21
LE3			Variatie	De omgeving is niet monotoon	Variatie in de omgeving stimuleert exploratiegedrag, er is dan meer te ontdekken	21
LE4		Lichtintensiteit	Voldoende zicht om te kunnen exploreren	Spectrum van daglicht (inclusief UV) $280 < \lambda < 780$ nm	Kippen hebben voldoende licht nodig om de omgeving te kunnen inspecteren, huisvestingselementen kunnen zien en vinden, predatoren te spotten, etc. Plumvee preferereert fluorescerend licht + UV licht boven fluorescerend licht zonder UV en fluorescerend licht boven licht van gloeilampen. Kippen zijn in staat (i.t.t. de mens) om UV-A licht te zien ( $320 < \lambda < 400$ nm), ze ervaren kleuren anders dan mensen. Hennen die blootstaan aan licht met UV, hebben een lagere (basale) waarde van het stresshormoon corticosteron. Vleeskuikens prefereren natuurlijk daglicht boven de meeste andere soorten licht (behalve warm wit licht). Kippen kunnen goed kleuren zien in het licht, maar niet in het donker. Toch kunnen ze beter in het donker zien dan mensen. Kleuren beïnvloeden de activiteit van kippen, ze zijn gevoeliger voor het blauwe en rode deel van het lightspectrum. Wettelijk wordt 20 lux vaak als minimum genomen. Kippen prefereren verschillende lichtsterktes afhankelijk van hun fysiologische behoefte. Bij hogere lichtsterktes vertonen kippen vaak hogere activiteit. Hoge lichtintensiteit wordt vaak in verband gebracht met ongewenst gedrag, maar dit ligt waarschijnlijk veel genuanceerder, waarbij het soort licht (spectrum) en omgevingsverrijking een belangrijke rol spelen.	54, 70-73

<i>Codering</i>	<i>Behoeften</i>	<i>Specificatie behoeften</i>	<i>Eis</i>	<i>Hoeveelheid</i>	<i>Toelichting</i>	<i>Bron</i>
LE5			Kunnen oriënteren op de zon	Zonlicht toetreding	Kippen oriënteren zich op de zon	71, 74
LE6		Herkenningspunten	Mogelijkheid om te kunnen navigeren	Aanwezigheid van herkenningpunten en lichtbakens	Variatie in omgeving en herkenningpunten, evenals licht, helpen de kip om te navigeren	71, 74

**Tabel 7** Eisen voor de behoefte Sociaal gedrag.

Codering	Behoeften	Specificatie behoeften	Eis	Hoeveelheid	Toelichting	Bron
LS1	Aanwezigheid van soortgenoten	Groepsgrootte	Een groepsgrootte waarbinnen sociale herkenning en een stabiele rangorde mogelijk is	<30 dieren	In groepen van 15 hennen, bestaat een sociale hiërarchie op basis van pikorde (individuele herkenning). In grotere groepen wordt sociale rangorde op basis van uiterlijk bepaald en niet op basis van individuele herkenning. De overgang lijkt te liggen bij een groepsgrootte van rond de 30 en meer dieren, er wordt dan geen goede pikorde gevormd en er is ook geen tolerantie. Een stabiele hiërarchie heeft positieve effecten op welzijn, een instabiele hiërarchie heeft een negatief effect, onafhankelijk van de positie van het individu in de hiërarchie. In kleine groepen worden meer affiliatieve behaviours (explorative pecking and beak pecking) vertoond	10, 75-79
LS2		Sociale relaties	Een stabiele relatie met soortgenoten kunnen opbouwen	Een vaste groep soortgenoten, niet mengen	Groepsgrootte lijkt van belang en is vooral gerelateerd aan synchronisatie van gedrag, er lijkt een voorkeur te zijn om natuurlijke gedragingen met bekende soortgenoten uit te voeren. Resultaten lijken niet altijd eenduidig. Belang sociale omgeving is evident bij groepsdieren. Verstoring van de groep door nieuwe groepen te vormen of dieren toe te voegen, ook bij de opfok naar productieperiode, heeft een negatieve invloed op de sociale groep	10, 80, 81
LS3		Interactie met leeftijdsgenoten	Mogelijkheid tot interactie met leeftijdsgenoten	Eén kan genoeg zijn	Leren van leeftijdsgenoten, sociaal leren, heeft een adaptief voordeel: dier hoeft het niet zelf uit te vinden maar leert door directe observatie	82-86
LS4		Interactie met niet leeftijdsgenoten	Mogelijkheid tot interactie met niet leeftijdsgenoten	Aanwezigheid van soortgenoten van andere leeftijd	Opgroeien in een sociale omgeving is van belang voor de ontwikkeling van sociaal gedrag. Hennen leren ook van soortgenoten van niet gelijke leeftijd	Expert opinie
LS5		Interactie met moeder	Mogelijkheid tot interactie met kloek	Aanwezigheid moeder (kloek)	Kuikens met kloek zijn minder agressief en hebben een grotere motivatie hebben voor sociaal contact in vergelijking met kuikens die zijn opgegroeid zonder kloek	85
LS6		Interactie met haan	Mogelijkheid tot interactie met haan	Aanwezigheid haan	Een haan lijkt geen rol in de opvoeding van de kuikens te hebben, maar het is niet uit te sluiten dat een haan een rol speelt en effect heeft op de opvoeding van kuikens	Expert opinie

<i>Codering</i>	<i>Behoeften</i>	<i>Specificatie behoeften</i>	<i>Eis</i>	<i>Hoeveelheid</i>	<i>Toelichting</i>	<i>Bron</i>
LS7		Communicatie	Mogelijkheid tot communiceren met soortgenoten	2500-5500 Hz bij kuikens (grofweg); 60-80 dB in leghennen; hanen > 100 dB		87-89
LS8			Communiceren met soortgenoten m.b.v. (zachte) stemgeluiden	Geen of weinig achtergrondlawaai	Kippen kunnen de sterkte van de vocalisaties aanpassen aan achtergrondgeluid (tot op zekere hoogte). Voor sociale relaties is het van belang om zowel zachte als harde geluiden van soortgenoten te kunnen horen	
LS9		Fysieke omgeving	Een omgeving die sociale herkenning mogelijk maakt (licht, geluid)	Natuurlijk daglicht	Kippen hebben zicht in een groter deel van het spectrum dan de mens, en zicht speelt een belangrijke rol in het herkennen van de sociale omgeving. Lichtspectrum beïnvloedt hoe hennen elkaar zien, bijvoorbeeld bij UV licht zijn er patronen in wit verkleed zichtbaar.	70, 73, 90, 91
LS10		Sociale afstand	Voldoende vrije ruimte voor sociale afstand (personal space)	Zie toelichting	Het hebben van sociale afstand bij het uitvoeren van verschillende gedragingen. Hoeveel is onduidelijk en voorkeur is ook per individu verschillend, wanneer voldoende ruimte wordt geboden dan kan de hen zelf de afstand tot soortgenoten kiezen	37, 92, 93
LS11		Synchronisatie	Het gelijktijdig kunnen uitoefenen van bepaald gedrag door een aantal hennen	Voldoende ruimte en resources/objecten voor synchronisatie	Hennen synchroniseren een groot deel van hun activiteiten, en social learning speelt hierbij een rol. Het is echter niet onderzocht welk deel van de dieren gelijktijdig een bepaalde activiteit wil vertonen of vertoont. Op stok gaan, foerageren en comfort gedrag (zoals stofbaden en poetsen) zijn o.a. gedragingen waarbij een sterke synchronisatie kan optreden	10, 80, 90, 94
LS12			Lichtcondities voor synchronisatie	Een duidelijk contrast tussen dag en nacht		4
LS13		Gezamenlijk spel	Mogelijkheid om gezamenlijk spelgedrag uit te kunnen voeren	Aanwezigheid soortgenoten, voldoende ruimte en afwezigheid van belemmerende factoren zoals stress	Het is momenteel nog onduidelijk of hennen spelgedrag vertonen	95
LS14	Aanwezigheid niet-soortgenoten	Sociale relaties	Aangaan van relaties met niet-soortgenoten	Aanwezigheid niet-soortgenoten	Dit kan een mens betreffen, maar kunnen ook andere dieren zijn. De mens-dier relatie beïnvloedt angst, gedrag, productie. Er is niets bekend over de relaties met andere diersoorten.	96, 97



**Tabel 8** Eisen voor de behoefte Veiligheid.

Codering	Behoeften	Specificatie behoeften	Eis	Hoeveelheid	Toelichting	Bron
LV1	Veilige omgeving	Mogelijkheden tot (ont)vluchten	Mogelijkheden tot schuilen en vluchten (buiten)	Aanbrengen schuilmogelijkheden	Met name buiten heeft tot 10% van de dieren risico door predatie. Goede beschutting kan veiligheid vergroten en risico op verwondingen minimaliseren. Meer schaduw en schuilmogelijkheden, zoals bomen en struiken, vermindert stress, dit betekent dat het niet de hoeveelheid bomen is, maar de mate van bedekking door takken e.d. Dit is ook aangetoond voor kunstmatige schuilmogelijkheden. Verticale panelen vergrootten de aantrekkelijkheid van een buitenuitloop voor leghennen - of vanwege verrijking, ofwel vanwege meer structuur in de omgeving, ofwel vanwege beschutting. Bij vleeskuikens is aangetoond dat bomen (wilgen) aantrekkelijker zijn dan kunstmatige schuilruimte.	26, 100-102
LV4			Mogelijkheden tot schuilen en vluchten (binnen)	Aanbrengen zitstokken, niveauverschillen en verticale afscheidingen	Alle hennen moeten kunnen schuilen. In principe gaan we ervan uit dat hennen omhoog of omlaag zullen vluchten en schuilen op de zitstokken of etages. Echter, ook verticale afscheidingen, kunnen hier een rol bij spelen. Het kunnen terugtrekken en verstoppen geeft gelegenheid aan de ranglage partij om zich uit het zicht te onttrekken aan agonistisch gedrag .	107, 108
LV5			Voldoende ruimte om te schuilen	18 cm per leghen (ruimte zitten) of 538 cm <sup>2</sup> ruimte (oppervlakte zitten) of 45 cm hoogte	In regulier wordt uitgegaan van 15 cm als voldoende ruimte voor een zittende leghen, echter biologisch gezien is het 18 cm. De hoogte van een hen is ongeveer 45 cm, hetgeen bij afscheidingen zoals panelen of schotten gebruikt zou kunnen worden	
LV6			Locatie van schuilmogelijkheden	Niet in hoeken	Afscheidingen niet in een hoek en er moeten meerdere in- en uitgangen zijn, waardoor hennen dus niet gevangen in een hoekje komen	

<i>Codering</i>	<i>Behoeften</i>	<i>Specificatie behoeften</i>	<i>Eis</i>	<i>Hoeveelheid</i>	<i>Toelichting</i>	<i>Bron</i>
LV2		Botbreuken	Goede bereikbaarheid systeemelementen	Herkenningspunten, 'ramps' of aanvliegstukken, voldoende ruimte	Botbreuken worden vaak veroorzaakt door botsingen met het systeem in combinatie met een verzwakt botstelsel. Botbreuken komen vaker voor in multi-tier, dan in single tier, en vaker in niet kooi dan in kooisystemen. Aanbrengen van ramps of aanvliegstukken voorkomt botsingen met het systeem in multi-tier systemen. Verticale 'ramps' in een multi-tier systeem voorkwamen borstbeenbreuken en stimuleerden lopen/beweging tussen de tiers. Om te kunnen ontlopen van soortgenoten is er ruimte en schuilmogelijkheden nodig.	103, 104
LV3		Bescherming	Aanwezigheid van hanen	1 haan op 25 hennen	Hanen beschermen hennen, hennen vertonen minder angstgedrag in aanwezigheid van hanen	105, 106
LV7	Afwezigheid van chronische angst en stress	Angst	Mogelijkheden tot schuilen en vluchten voor gevaar	Voldoende schuilmogelijkheden	De kip is in staat om te gaan met een stressor en een adequate respons te vertonen (zoals zoeken van bescherming, schuilen). Cognitieve vaardigheden van kippen zijn slechter in situaties van angst. Cognitieve vaardigheden zijn van belang om optimaal te kunnen functioneren in de groep en in het houderijsysteem. Een angstige ervaring zou een negatief effect kunnen hebben op het gebruik van bepaalde resources, zoals een buitenuitloop	10, 109-114

**Tabel 9** Eisen voor de behoefte Seksueel gedrag.

<i>Codering</i>	<i>Behoeften</i>	<i>Specificatie behoeften</i>	<i>Eis</i>	<i>Hoeveelheid</i>	<i>Toelichting</i>	<i>Bron</i>
LX1	Uitoefenen van seksueel gedrag	Balts- en paargedrag kunnen uitvoeren en ontvangen	Voldoende ruimte voor balts- en paargedrag	5,5 dieren/m2	Bij verlaging van de bezetting werd meer en kwalitatief beter baltsgedrag uitgevoerd. Waltzen (haan cirkelt om hen) vraagt relatief veel vrije ruimte, evenals vleugelslaan en tidbitting (hen lokken met voerdeeltjes). Gedrag wordt op de grond uitgevoerd. Ruimtebehoefte voor hanen niet bekend. 5,5 dieren/m2 is beter dan 7,5 zoals bij vleeskuikenouderdieren	105, 117
LX2			Aanwezigheid van beide sekse	1 haan op 25 hennen	Hennen gaan hanen domineren als er te weinig hanen aanwezig zijn. Bij ouderdieren worden ongeveer 6-10% hanen ingezet.	Expert opinie, 105
LX3		Kunnen ervaren van de erotiek en het orgastische genoeg van seksuele activiteit	Mogelijkheid tot seksuele activiteit	Aanwezigheid beide sekse	Er zijn geen studies die het plezier van seksueel gedrag bij kippen hebben onderzocht. Toch kan men aannemen om voortplanting in een soort te garanderen dat er een interne motivatie is om seksueel gedrag aan te gaan en dat er belonend effect is om dit gedrag te herhalen	Expert opinie
LX4			Optimale lichtcondities voor uitvoeren balts- en paargedrag	Daglichtspectrum	Wanneer UV licht aanwezig was leidde dit tot een beter en completer balts- en paargedrag, waarschijnlijk door betere sociale herkenning	118

**Tabel 10** Eisen voor de behoefte Nest- en eileggedrag.

Codering	Behoeften	Specificatie behoeften	Eis	Hoeveelheid	Toelichting	Bron
LN1	Uitvoeren van nestgedrag en eileg	Fysieke ruimte	Voldoende ruimte om ei te leggen	643 cm <sup>2</sup> / hen *	* Ruimte ingeschat op basis van een groepsnest voor 5 hennen en de ruimte inname voor zitten en schrapen. Bij groepsnesten werden kleine nesten geprefereerd boven grote nesten (0.43 m <sup>2</sup> vs 0.86 m <sup>2</sup> ), waarschijnlijk omdat deze meer beschutting bieden, maar andere groottes zijn niet onderling vergeleken	38, 119, 120
LN2		Plaats om ei te leggen	Inrichting ruimte om ei te leggen	Zie toelichting	De leghen heeft een sterke voorkeur voor de aanwezigheid van andere hennen en verschilt hiermee van het Bankivahoen die zich graag afzondert om een ei te leggen. De kip is van nature een bodembroeder, en een grondnest wordt geprefereerd boven een hoog geplaatst nest. Ze prefereren strooisel boven roosters.	121-123
LN3			Ruimte om ei te leggen is goed herkenbaar, bereikbaar en (terug)vindbaar	Zie toelichting	Legnesten moeten goed zichtbaar en herkenbaar zijn. Dit zou verklaren waarom hennen er de voorkeur voor hebben om nestboxen aan het eind van de rij te kiezen, op een hoek. Door schotjes te plaatsen tussen legnesten creëer je dit effect. Visuele herkenningspunten kunnen helpen bij de vindbaarheid van een nest en kunnen daarom hennen helpen om hun favoriete nest terug te vinden. Er lijkt een voorkeur te zijn voor gele nesten, alhoewel deze voorkeur afhankelijk lijkt te zijn van vroege ervaring met kleuren. De kip is van nature een bodembroeder. Bij het aanbieden van verhoogde legnesten hebben deze aanvliegplateaus nodig. Aanvliegplateaus geven de hennen de gelegenheid om elkaar beter te kunnen passeren bij het zoeken naar hun gewenste nest. Lichtintensiteit, ervaring en opgroeicondities spelen een belangrijke rol voor kippen bij de keuze van een nest.	5, 124-127

<i>Codering</i>	<i>Behoeften</i>	<i>Specificatie behoeften</i>	<i>Eis</i>	<i>Hoeveelheid</i>	<i>Toelichting</i>	<i>Bron</i>
LN4		Beschutting	Een beschutte omgeving om ei te leggen	Zie toelichting	Hennen geven er de voorkeur aan om een ei in een ingesloten, beschermde omgeving te leggen. Bovendien geven hennen de voorkeur voor legnesten op grond niveau boven hogere niveaus. In een studie waar twee nestgroottes werd vergeleken (0.43 m2 vs 0.86 m2), hadden hennen de voorkeur voor kleine legnesten boven grote legnesten, waarschijnlijk omdat deze meer beschutting bieden. Echter dient hier rekening gehouden te worden met dat er maar twee groottes zijn vergeleken.	120, 121
LN5		Lichtintensiteit	Aangepaste lichtintensiteit om ei te kunnen leggen	Niet te licht en niet te donker en variatie in lichtintensiteit	Nesten dienen een beschutte plek te vormen en dienen dus niet te licht zijn. Maar te donkere nesten worden ook niet gebruikt, omdat de hen dan niet kan zien of het een veilige plek is. Lage lichtintensiteit in het nest wordt niet altijd geprefereerd boven een hoge lichtintensiteit. Er is duidelijk een verschil in individuele voorkeur	Expert opinie, 128, 129
LN6		Nestsubstraat	Geschikt substraat (kwalitatief)	Zie toelichting	Er is wel onderzoek naar 'linings' en substraat gedaan, maar is vooral gericht op kooisystemen. Materiaal die in die studies worden vergeleken is sowieso niet manipuleerbaar. Er is nauwelijks onderzoek gedaan naar verschillende manipuleerbare substraten en hoeveel verstrekt moet worden, laat staan wat er nodig is om aan de eileg behoefte van de kip te voldoen. Het materiaal in de nesten moet de hennen niet beschadigen, bijvoorbeeld astroturf kan kale konten veroorzaken. In een studie waar stro, houtkrullen en turf als nestmateriaal werd vergeleken is een voorkeur voor stro gevonden. Hennen prefereren strooisel boven roosters	Expert opinie, 123
LN7		Synchronisatie	Samen met andere hennen gelijktijdig ei kunnen leggen	Voldoende ruimte	De aanwezigheid van andere hennen is een anti-predator respons en verklaart de voorkeur voor het samen gelijktijdig een ei te kunnen leggen, zoals in groepsnesten mogelijk is	130

<i>Codering</i>	<i>Behoeften</i>	<i>Specificatie behoeften</i>	<i>Eis</i>	<i>Hoeveelheid</i>	<i>Toelichting</i>	<i>Bron</i>
LN8		Variatie	Variatie in nestsubstraat, nestplaats, en -omstandigheden	-	Voorkeuren van individuele hennen voor het leggen van eieren verschillen, onder meer ook door de sociale status. Het aanbieden van variatie in licht, plaatsing, ruimte, beschutting en nestmateriaal geeft gelegenheid om in eigen voorkeuren te voldoen en stimuleert comfortabel eileg gedrag	Expert opinie
LN9		Rol hanen	Door hanen laten aanwijzen van nestplaatsen	Aanwezigheid hanen	Dit zijn gedragingen die bij de Bankivahoen uitgevoerd worden, of ze ook bij gedomesticeerde kippen van toepassing zijn is onbekend	Expert opinie
LN10			Door hanen teruggebracht worden van het nest naar de groep	Aanwezigheid hanen	Dit zijn gedragingen die bij de Bankivahoen uitgevoerd worden, of ze ook bij gedomesticeerde kippen van toepassing zijn is onbekend	Expert opinie

**Tabel 11** Eisen voor de behoefte Maternaal gedrag.

<i>Codering</i>	<i>Behoeften</i>	<i>Specificatie behoeften</i>	<i>Eis</i>	<i>Hoeveelheid</i>	<i>Toelichting</i>	<i>Bron</i>
LM1	Uitvoeren van maternaal gedrag	Uitbroeden van eieren	Het kunnen vormen van een broedsel (meerdere eieren) en ongestoord kunnen broeden	-	Het kunnen vormen van een broedsel (meerdere eieren) en ongestoord kunnen broeden	Expert opinie
LM2		Verzorgen van kuikens	Moederkloek kan haar kroost verzorgen	5-12 weken, waarvan de eerste vier dagen de kuikens zeer dicht bij de moeder of eronder verblijven	De hen vertoont complex maternaal gedrag gericht op de bescherming van de kuikens en op het voorbereiden van de kuikens op de omgeving waar ze in opgroeien. De hen reageert op de emotionele toestand van de kuikens (empathie) maar beïnvloed haar kuikens ook op basis van haar eigen perceptie van de omgeving. Het kunnen uitvoeren van dit moederzorggedrag heeft ten minste effect op de gevoelens van de hen. De meeste literatuur beschrijft het effect van de hen op de ontwikkeling van de kuikens. Zo heeft de moeder een langdurig effect op, de ontwikkeling van, het gedrag van kippen. De aanwezigheid van een broedse hen reduceert verenpikken, reduceert angst, stimuleert de productie, vermindert agressieve interacties en zorgt voor een betere synchronisatie van het gedrag van de kuikens. De effecten duren tot ver in de productieperiode. Kuikens met kloek zijn actiever, meer naar de bodem pikken en stofbaden, meer reageren op vocalisaties, minder angstig en minder agressief, en een grotere motivatie hebben voor sociaal contact in vergelijking met kuikens opgegroeid zonder moeder.	85, 98, 131

**Tabel 12** Eisen voor de behoefte Rusten.

Codering	Behoeften	Specificatie behoeften	Eis	Hoeveelheid	Toelichting	
LR1	Uitvoeren van rust- en slaappgedrag	Fysieke ruimte	Voldoende ruimte om te rusten	18 cm + 10 cm personal space rustruimte/hen of 538 cm <sup>2</sup> ruimte (oppervlakte zitten)	18 cm breedte (afmeting van een gemiddelde hen die zit) + links en rechts 5 cm 'personal space' of $0,035 * W^{0,67} * 10.000 =$ allometrische formule zittende hen = 538 cm <sup>2</sup> bij een W (lichaamsgewicht) van 1,9 kg. In een onderzoek is het oppervlak bezet door een leggen aan het einde van de opfokperiode gemeten, voor vier soorten hennen, dit varieerde bij de twee zwaarste rassen van 422 tot 446 cm <sup>2</sup> per hen als ze stonden en 448 tot 464 cm <sup>2</sup> bij zitten. Anderzijds, hennen mogen ook graag tegen elkaar aanzitten (expert opinion), echter verschilt dit per individu.	Bron
LR2		Geen verstoringen	Rustig kunnen rusten	Geen verstoring door geluid	Onbekend wanneer geluiden verstoring veroorzaken	38, 93, 119, 132, 133
LR3			Rustplek bevindt zich niet op looplijnen	Geen looplijnen	Wanneer de rustplaats zich op looplijnen bevindt vindt verstoring van rustgedrag plaats	
LR4		Veiligheid	Voldoende hooggelegen mogelijkheden om te rusten	Zo hoog mogelijk	Hoogte lijkt meest bepalend te zijn voor een veilig gevoel. Hennen op hoge stok vertonen ook overdag minder angstgedrag dan op lage stok. Hennen die op jonge leeftijd leren te navigeren in de driedimensionale omgeving maken op oudere leeftijd beter gebruik van verhoogde rustplaatsen, maar zijn ook minder angstig en hebben minder verwondingen	Expert opinie
LR5		Hygiëne	Een schone ruimte om te rusten	Niet bevuild met mest	Leghennen prefereren rusten op een schone plaats boven rusten op een plaats bevuild met mest	134, 135
LR6		Lichtintensiteit	Aangepaste lichtintensiteit om te rusten	5 lux lijkt voldoende	De zitstok moet goed zichtbaar zijn om op te springen, bijvoorbeeld door een witte kleur (beter dan zwart of houtkleur). Bij lage lichtintensiteit neemt de kans op borstbeenbreuken teveel toe. In een onderzoek was het verschil in borstbeenbreuken tussen 1,5 en 6 lux klein. Kippen zijn in staat om in de schemer van hoogte te veranderen, dus lijken fysiologisch toegerust te zijn om met lage lichtintensiteit verticaal te kunnen navigeren.	136



<i>Codering</i>	<i>Behoeften</i>	<i>Specificatie behoeften</i>	<i>Eis</i>	<i>Hoeveelheid</i>	<i>Toelichting</i>	
LR7		Ondersteuning van rusthouding	Voldoende ondersteuning van het borstbeen bij het aannemen van de rusthouding	Zie toelichting	Een maximale afstand van 50 cm tussen horizontale zitstokken, geeft minder kans op gebroken botten dan bij grotere afstand. Een grotere diameter van een zitstok maakt de stok stabiel, waarbij is gebleken dat 4 cm beter is dan 3 cm. Ronde zitstokken verhogen de kans op pootaandoeningen en borstbeen fracturen. Ovale zitstokken geven minder pootaandoeningen ('bumble foot') en geven een goede grip. Verder is de stabiliteit op een afgeplatte zitstok beter dan op een ronde. Hout is moeilijk schoon te maken en kan een bron worden voor micro-organismen, zoals mijten. Plastic en metaal verhoogt de kans op bumble foot. Zacht materiaal vermindert de druk op het borstbeen. Een trapje aanbrengen tussen zitstok en nest verhoogt de toegankelijkheid, vermindert borstbeenaandoeningen en voetzoolaandoeningen.	137
LR8		Dag - nacht ritme	Nacht om te rusten en dag om activiteiten uit te voeren	Minimaal 8 uur aaneengesloten donker	Afwisselend donker en licht (intermittend) geeft afwijkend slaapgedrag. Lichtperiodes van 22 uur en meer, geven oogafwijkingen en blindheid. Er is minimaal 14-16 uur licht nodig voor eileg.	103, 119, 138-142
LR9			Geleidelijke overgang tussen licht en donker	30-60 minuten overgang (schemerperiode)	In een studie werd gerapporteerd dat groepen 30-60 minuten nodig hadden om de rustplaatsen op te zoeken om een definitieve rustplaats te vinden. In de praktijk wordt 15 minuten schemer geadviseerd, dit is voor de hen onvoldoende overgang.	70, 143

**Tabel 13** Eisen voor de behoefte Zelfverzorging.

Codering	Behoeften	Specificatie behoeften	Eis	Hoeveelheid	Toelichting	Bron
LZ1	Uitvoeren van stofbadgedrag	Fysieke ruimte	Voldoende ruimte voor het uitvoeren van de karakteristieke stofbadbewegingen	2.606 cm <sup>2</sup> / hen *	In de literatuur zijn de volgende gegevens te vinden. Voor bodyshaking en vleugelslaan 1,693 (+/- 136) cm <sup>2</sup> ; vleugelstrekken 653 tot 1118 cm <sup>2</sup> ; vleugelslaan 1.085 - 2.606 cm <sup>2</sup> ; uitschudden veren 676 tot 1604 cm <sup>2</sup> ; poetsen, vleugelstrekken, pootstrekken, bodyshaking 1.150 cm <sup>2</sup> ; scratching 850 cm <sup>2</sup> ; preening 1150 cm <sup>2</sup> . Bij vleeskuikens is voor stofbadgedrag gevonden 762.4 (± 14.8) cm <sup>2</sup> (hanen) en 694.0 (± 42.9) cm <sup>2</sup> (hennen). Voor andere elementen van stofbadgedrag, zoals inschudden bijvoorbeeld, is de ruimtebehoefte van leghennen niet gedefinieerd. * We hebben hier de maximaal benodigde ruimte voor vleugelslaan die vermeld wordt in de literatuur genomen, maar de literatuur heeft de benodigde ruimte om stofbadgedrag uit te kunnen voeren niet onderzocht.	38, 145-147
LZ2		Stofbadsubstraat	Geschikt substraat (kwalitatief)	Zie toelichting	Stofbaden is een gedrag waarbij kippen substraat tussen de veren werkt om daarmee het verendek te verzorgen en te reinigen. Kleine deeltjes of materiaal wat makkelijk uit elkaar valt heeft de voorkeur boven grotere deeltjes, de kleine deeltjes zijn namelijk beter in het verendek te brengen. Er zijn voorkeurstudies gedaan, waarin op basis van een aantal substraten de voorkeur is gemeten. Turfmolm en zand worden veruit geprefereerd. Als alternatief wordt houtzaagsel (geen houtkrullen) of haveromhulsels gegeven, echter is er duidelijk een lagere voorkeur voor deze substraten.	49, 148-152
LZ3			Geschikt substraat (kwalitatief)	<0.82% lipide gehalte	Substraat met een lager vetgehalte heeft een betere reinigende werking en de voorkeur bij leghennen ligt bij lage vetgehalten. Voer als stofbadsubstraat voldoet niet vanwege het hoge vetgehalte. 0.82% was het laagste gehalte dat werd getoetst in het onderzoek.	153, 154
LZ4			Geschikt substraat (kwantiteit)	>20 cm *	In een vergelijkende studie is 2 en 20 cm met elkaar vergeleken, waarbij 20 cm leidde tot beter inschudden. * Er is geen onderzoek bekend die gekeken heeft naar grotere diktes, en of het tot meer en/of beter stofbadgedrag leidt.	47, 151

<i>Codering</i>	<i>Behoeften</i>	<i>Specificatie behoeften</i>	<i>Eis</i>	<i>Hoeveelheid</i>	<i>Toelichting</i>	<i>Bron</i>
LZ5		Synchronisatie	Samen met andere hennen gelijktijdig kunnen stofbaden	Voldoende ruimte	Stofbaden is gesynchroniseerd gedrag, maar de minimale groepsgrootte en ruimtebehoefte zijn niet bekend	94
LZ6		Geen verstoringen	Rustig kunnen stofbaden	-	Een volledig stofbad kan al gauw een half uur duren. Vleeskuikens maken goed gebruik van een afzonderlijke stofbadruimte (Baxter et al.)	148, 155, 156
LZ7		Lichtintensiteit	Aangepaste lichtintensiteit om stofbadplek te kunnen onderscheiden	zonlicht, >120 lux	Er is niets bekend over de minimale lichtintensiteit om een goede stofbadplek te kunnen vinden. Zonnebaden zou de drempel om te stofbaden kunnen verlagen, daarom zou zonlicht stofbaden kunnen stimuleren en kippen verschoven het stofbaden naar de periode van het felste licht 120 lux t.o.v. 100 lux.	157-159
LZ8		Beschikbare tijd	Voldoende tijd om de volledige sequentie aan elementen van een stofbad uit te kunnen voeren	enkele uren *	Een volledig stofbad duurt gemiddeld tussen de 19 en 31 minuten, met individuele variatie en een langere duur naarmate de hennen ouder worden. Er zijn uitschieters tot ruim 83 minuten beschreven. * Vanwege de grote individuele variatie is de inschatting dat een stofbad tenminste enkele uren ter beschikking moet staan.	160, 161
LZ9		Tijdstip	Stofbad is beschikbaar op moment dat de hen er behoefte aan heeft	Ten minste een periode van enkele uren midden op de dag	De piek in stofbaden vindt plaats rond het midden van de dag	14, 162
LZ10		Beschikbaarheid stofbadruimte	Frequentie stofbadgedrag	Dagelijks toegang tot stofbadruimte	De frequentie varieert van iets minder dan 1x per dag tot meer dan 1x per dag	160, 161
LZ11	Uitvoeren van poetsgedrag	Fysieke ruimte	Voldoende ruimte voor de poetsbewegingen	1.150 cm <sup>2</sup> / hen *	* dit is de minimale oppervlakte wat het lichaam bij deze beweging inneemt, dit geeft niet de (driedimensionale) ruimte aan die nodig is voor het volledig kunnen uitvoeren van het complete gedrag	38
LZ12		Geen verstoringen	Rustig kunnen poetsen	Verticale afscheidingen, gebied niet doorkruist door looplijnen		Expert opinie
LZ13		Synchronisatie	Samen met andere hennen gelijktijdig kunnen poetsen	154 mm ruimte tussen twee hennen	Poetsen wordt gesynchroniseerd uitgevoerd, maar de minimale groepsgrootte en ruimtebehoefte is niet bekend. Echter, is de geobserveerde ruimte tussen twee poetsende hennen klein	80, 92

<i>Codering</i>	<i>Behoeften</i>	<i>Specificatie behoeften</i>	<i>Eis</i>	<i>Hoeveelheid</i>	<i>Toelichting</i>	<i>Bron</i>
LZ14	Uitvoeren van zonnebadgedrag	Fysieke ruimte	Voldoende ruimte voor zonnebaden	1.150 cm <sup>2</sup> / hen *	Uitgangspunt voor de oppervlakte per hen tijdens zonnebaden is de oppervlakte van een poetsende hen 1.150 cm <sup>2</sup> / hen. * Dit is de minimale oppervlakte wat het lichaam bij deze beweging inneemt, dit geeft niet de (driedimensionale) ruimte aan die nodig is voor het volledig kunnen uitvoeren van het complete gedrag	147
LZ15		Lichtintensiteit	Toegang tot direct zonlicht	Direct zonlicht	Zonnebaden is een behoefte van de hen, waarvoor de motivatie erg hoog is. Hennen gaan direct over tot zonnebaden wanneer er voldoende zonlicht beschikbaar is. De frequentie van zonnebaden is onbekend.	
LZ16	Uitvoeren van overig comfortgedrag	Fysieke ruimte	Voldoende ruimte voor het uitvoeren van overig comfortgedrag	2.606 cm <sup>2</sup> / hen *	Vleugelstrekken 653 tot 1118 cm <sup>2</sup> ; vleugelslaan 1.085 - 2.606 cm <sup>2</sup> ; uitschudden veren 676 tot 1604 cm <sup>2</sup> . * We hebben hier de maximaal benodigde ruimte voor vleugelslaan die vermeld wordt in de literatuur genomen, dit geeft geen informatie over de werkelijke (driedimensionale) ruimtebehoefte	38

**Tabel 14** Eisen voor de behoefte Beweging.

Codering	Behoeften	Specificatie behoeften	Eis	Hoeveelheid *	Toelichting	Bron
LB1	Bewegings mogelijkheden	Vleugelslaan	Voldoende ruimte voor vleugelslaan	2.606 cm2		37, 39
LB2		Bodyshaking	Voldoende ruimte voor bodyshaking	1,693 (+/- 136) cm2		37
LB3		Rekken en strekken	Voldoende ruimte om te rekken en te strekken (vleugels, poten, kop)	1,316 (+/- 23) cm2		37, 93, 147
LB4		Staan	Voldoende ruimte voor staan	563 (+/- 8) cm <sup>2</sup>		37, 93, 163, 164
LB5			Voldoende hoogte om rechtop te kunnen staan	34.8 (+/- 1.3) cm		93
LB6		Zitten	Voldoende ruimte voor zitten	318 (+/- 6) cm2		93
LB7		Liggen	Voldoende ruimte voor gestrekt liggen	1,316 (+/- 23) cm2		147
LB8		Draaien	Voldoende ruimte voor draaien	1,316 (+/- 23) cm2		37, 38
LB9		Lopen	Voldoende ruimte voor lopen	1.199 cm2	Dit geeft niet de ruimte weer die benodigd is om verschillende stappen na elkaar te zetten	37, 38, 92
LB10		Rennen	Voldoende aaneengesloten ruimte om te rennen	-	Dit geeft niet de ruimte weer die benodigd is om verschillende stappen na elkaar te zetten	-
LB11		Springen	Voldoende hoogte om zich uit te kunnen rekken en te kunnen springen	onbekend		
LB12		Vliegen	Voldoende aaneengesloten horizontale en verticale ruimte om te vliegen	-	Ook verticale ruimte nodig plus totale ruimte voor vliegbeweging	-
				* hoeveelheden gebaseerd op de ingenomen oppervlakte per hen voor de specifieke gedragselementen, dit zegt niets over de behoefte nodig voor het volledig kunnen uitvoeren van het gedrag		

**Tabel 15** Eisen voor de behoefte Thermoregulatie.

<i>Codering</i>	<i>Behoeften</i>	<i>Specificatie behoefte</i>	<i>Eis</i>	<i>Hoeveelheid</i>	<i>Toelichting</i>	<i>Bron</i>
LT1	De mogelijkheid hebben om de lichaamstemperatuur op peil te houden		Geschikte omgevingstemperatuur	18 < T < 27 graden Celsius	Thermo neutrale zone (TNZ) betekent dat binnen deze zone het op peil houden van de lichaamstemperatuur geen moeite kost (extra voer bijvoorbeeld). Kippen kunnen prima leven in temperaturen lager of hoger dan de TNZ.	Expert opinie
LT2		Temperatuurgradiënt	De mogelijkheid hebben (fysiek en ruimtelijk) om comfortabele omgevingstemperatuur op te zoeken	Verschillende temperatuurzones	Elk dier heeft zijn eigen specifieke invulling van behoeften. Wanneer er verschillende temperatuurzones zijn, kan het dier zijn eigen comfortabele temperatuur opzoeken, die past bij het dier op dat moment.	Expert opinie

**Tabel 16** Eisen voor de behoefte Excretie.

<i>Codering</i>	<i>Behoeften</i>	<i>Specificatie behoefte</i>	<i>Eis</i>	<i>Hoeveelheid</i>	<i>Toelichting</i>	<i>Bron</i>
LC1	Uitvoeren van excretiegedrag		Mogelijkheid tot uitvoeren van excretiegedrag	-	Kippen stellen, voor zover wij weten, geen eisen aan excretie gedrag, zoals locatie, tijdstip, fysieke ruimte	

**Tabel 17** Eisen voor de behoefte Respiratie.

Codering	Behoeften	Specificatie behoefte	Eis	Hoeveelheid	Toelichting	Bron
LP1	Vrij en veilig kunnen ademen	Stofconcentratie	Lage concentratie fijnstof (PM10)	10 mg per m3 inhaleerbare fractie. Tijd gewogen gemiddelde over 8 uur	Omdat er weinig tot niets bekend is over effect van stof op diergezondheid, zijn er ook geen grenswaarden of normen. Ook bij dieren zal gelden dat ieder stofdeeltje in principe schadelijk is. Voor de eenvoud worden daarom de eisen van de werkomgeving van mensen aangehouden	167
LP2			Lage concentratie ultra fijnstof (PM2.5)	5 mg per m3 respirabele fractie. Tijd gewogen gemiddelde over 8 uur	Respirabel stof is kleiner dan PM10. Wetgeving is echter inmiddels volledig gebaseerd op PM10. Omdat er weinig tot niets bekend is over effect van stof op diergezondheid, zijn er ook geen grenswaarden of normen. Ook bij dieren zal gelden dat ieder stofdeeltje in principe schadelijk is. Voor de eenvoud worden daarom de eisen van de werkomgeving van mensen aangehouden.	167
LP3		Endotoxinen	Geen schadelijke hoeveelheid endotoxinen in de lucht	30 endotoxine units (EU) per m3	De Gezondheidsraad stelde in 2012 een advieswaarde op voor de algemene bevolking van 30 endotoxine units (EU) per m3. Deze waarde heeft de Gezondheidsraad afgeleid van de advieswaarde voor werknemers van 90 EU/m3, via de standaard onzekerheidsfactor van 3. Voor landbouwhuisdieren zijn geen normen beschikbaar, daarom wordt de advieswaarde voor de algemene bevolking overgenomen	
LP4		Luchtvochtigheid	Optimaal luchtvochtigheidsniveau	>60%	De maximale luchtvochtigheid is afhankelijk van de temperatuur. Bij een lage luchtvochtigheid (minder dan 60%) kan de natuurlijke barrière van de slijmvliezen beschadigd worden. Bij een hoge luchtvochtigheid in combinatie met hoge temperatuur kunnen de dieren in onvoldoende mate de latente warmte (= aan vochtgebonden warmte) afvoeren. Daarom is het bijvoorbeeld bij hoge temperatuur niet verstandig de stal te bevochtigen om afkoeling te bereiken.	165
LP5		O2 (zuurstof)	Lucht met voldoende O2	Rond de 20,4%	Optimaal is het normale gehalte. In lucht is gemiddeld 20,4 - 20,9 % zuurstof aanwezig.	165
LP6		NH3 (ammoniak)	Geen schadelijke hoeveelheid NH3 in de lucht	<25 ppm *	* Dit is de maximaal aanvaarde concentratie van een (gevaarlijke) stof (MAC-waarde). Na deze drempel zijn er nadelige gevolgen voor de gezondheid, de MAC-waarde is dus niet de ideale waarde, die ligt lager. Naarmate er meer onderzoek wordt gedaan naar de effecten is de tendens dat de MAC-waarde daalt	166

<i>Codering</i>	<i>Behoeften</i>	<i>Specificatie behoefte</i>	<i>Eis</i>	<i>Hoeveelheid</i>	<i>Toelichting</i>	<i>Bron</i>
LP7		CO2 (kooldioxide)	Geen schadelijke hoeveelheid CO2 in de lucht	2000 ppm (= 0,20 vol. %) *	* Dit is de maximaal aanvaarde concentratie van een (gevaarlijke) stof (MAC-waarde). Na deze drempel zijn er nadelige gevolgen voor de gezondheid, de MAC-waarde is dus niet de ideale waarde, die ligt lager. Naarmate er meer onderzoek wordt gedaan naar de effecten is de tendens dat de MAC-waarde daalt	165
LP8		SO2 (zwaveldioxide)	Geen schadelijke hoeveelheid SO2 in de lucht	5 ppm (= 0,005 vol. %) *	* Dit is de maximaal aanvaarde concentratie van een (gevaarlijke) stof (MAC-waarde). Na deze drempel zijn er nadelige gevolgen voor de gezondheid, de MAC-waarde is dus niet de ideale waarde, die ligt lager. Naarmate er meer onderzoek wordt gedaan naar de effecten is de tendens dat de MAC-waarde daalt	165
LP9		H2S (zwavelwaterstof)	Geen schadelijke hoeveelheid H2S in de lucht	20 ppm (0,002 vol. %) *	* Dit is de maximaal aanvaarde concentratie van een (gevaarlijke) stof (MAC-waarde). Na deze drempel zijn er nadelige gevolgen voor de gezondheid, de MAC-waarde is dus niet de ideale waarde, die ligt lager. Naarmate er meer onderzoek wordt gedaan naar de effecten is de tendens dat de MAC-waarde daalt	165
LP10		CO (koolmonoxide)	Geen schadelijke hoeveelheid CO in de lucht	100 ppm (0,01 vol. %) *	* Dit is de maximaal aanvaarde concentratie van een (gevaarlijke) stof (MAC-waarde). Na deze drempel zijn er nadelige gevolgen voor de gezondheid, de MAC-waarde is dus niet de ideale waarde, die ligt lager. Naarmate er meer onderzoek wordt gedaan naar de effecten is de tendens dat de MAC-waarde daalt	165
LP11		Ventilatie-debiet	Voldoende frisse lucht	≥ 1 m3/uur per kg levend gewicht	Ventilatie is afhankelijk van de omgevingstemperatuur, CO2, vocht, ammoniak etc. Voor het tegengaan van hittestress bij hoge omgevingstemperaturen is een hogere ventilatie vereist. Maximale ventilatiecapaciteit is 3,6 m3/uur per kg levend gewicht.	165



---

## 5 Literatuur Programma van Eisen

1. Prescott, N. B., & Wathes, C. M. (2002). Preference and motivation of laying hens to eat under different illuminances and the effect of illuminance on eating behaviour. *British Poultry Science*, *43*(2), 190-195. doi:10.1080/00071660120121382
2. O'Connor, E. A., Parker, M. O., Davey, E. L., Grist, H., Owen, R. C., Szlodovits, B., Demmers, T. G. M., Wathes, C. M., & Abeyesinghe, S. M. (2011). Effect of low light and high noise on behavioural activity, physiological indicators of stress and production in laying hens. *British Poultry Science*, *52*(6), 666-674. doi:10.1080/00071668.2011.639342
3. Mohammed, H. H., Grashorn, M. A., & Bessei, W. (2010). The effects of lighting conditions on the behaviour of laying hens. *Archiv Fur Geflugelkunde*, *74*(3), 197-202.
4. Alvino, G. M., Blatchford, R. A., Archer, G. S., & Mench, J. A. (2009). Light intensity during rearing affects the behavioural synchrony and resting patterns of broiler chickens. *British Poultry Science*, *50*(3), 275-283. doi:10.1080/00071660902942775
5. Zupan, M., Kruschwitz, A., & Huber-Eicher, B. (2007). The influence of light intensity during early exposure to colours on the choice of nest colours by laying hens. *Applied Animal Behaviour Science*, *105*(1-3), 154-164. doi:10.1016/j.applanim.2006.05.011
6. Taylor, N. R., Prescott, N. B., Jarvis, J. R., & Wathes, C. M. (2002). Can domestic fowl detect the flicker of fluorescent lights? *British Poultry Science*, *43*, S13-S14.
7. 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 Research*, *62*, 125-133. doi:10.1016/j.visres.2012.04.002
8. McAdie, T. M., Foster, T. M., Temple, W., & Matthews, L. R. (1993). A method for measuring the aversiveness of sounds to domestic hens. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, *37*, 223-238.
9. MacKenzie, J. G., Foster, T. M., & Temple, W. (1993). Sound avoidance by hens. *Behavioural Processes*, *30*(2), 143-156.
10. Garnham, L., & Løvlie, H. (2018). Sophisticated Fowl: The Complex Behaviour and Cognitive Skills of Chickens and Red Junglefowl. *Behav. Sci.*, *8*(13). doi:doi:10.3390/bs8010013
11. Janczak, A. M., & Riber, A. B. (2015). Review of rearing-related factors affecting the welfare of laying hens. *Poultry Science*, *94*(7), 1454-1469. doi:10.3382/ps/pev123
12. Colson, S., Arnould, C., & Michel, V. (2008). Influence of rearing conditions of pullets on space use and performance of hens placed in aviaries at the beginning of the laying period. *Applied Animal Behaviour Science*, *111*(3-4), 286-300. doi:10.1016/j.applanim.2007.06.012
13. Brantsaeter, M., Tahamtani, F. M., Nordgreen, J., Sandberg, E., Hansen, T. B., Rodenburg, T. B., Moe, R. O., & Janczak, A. M. (2017). Access to litter during rearing and environmental enrichment during production reduce fearfulness in adult laying hens. *Applied Animal Behaviour Science*, *189*, 49-56. doi:10.1016/j.applanim.2017.01.008
14. Vestergaard, K. S., Hogan, J. A., & Kruijt, J. P. (1990). The development of a behavior system: dustbathing in the burmese red junglefowl 1. The influence of the rearing environment on the organization of dustbathing. *Behaviour*, *112*, 99-116.
15. Vestergaard, K., & Hogan, J. A. (1992). The development of a behavior system: dustbathing in the burmese red junglefowl. III effects of experience on stimulus preference. *Behaviour*, *121*, 215-230.
16. Yngvesson, J., Gustafson, J., Berg, C., Larsson, I., Gunnarsson, S., & Oden, K. (2011). *A field study of access to day light, ammonia, plumage condition and mortality in loose housed laying hens in south east Sweden*. Paper presented at the Proc. 30th Poult. Sci. Symp.(Abstr.).
17. Gunnarsson, S., Heikkila, M., Hultgren, J., & Valros, A. (2008). A note on light preference in layer pullets reared in incandescent or natural light. *Applied Animal Behaviour Science*, *112*(3-4), 395-399. doi:10.1016/j.applanim.2007.09.004
18. Gunnarsson, S., Heikkila, M., & Valros, A. (2008). Effect of day length and natural versus incandescent light on perching and the diurnal rhythm of feeding behaviour in layer chicks (*Gallus g. domesticus*). *Acta Agriculturae Scandinavica Section a-Animal Science*, *58*(2), 93-99. doi:10.1080/09064700802363852
19. Hester, P. Y., Garner, J. P., Enneking, S. A., Cheng, H. W., & Einstein, M. E. (2014). The effect of perch availability during pullet rearing and egg laying on the behavior of caged White Leghorn hens. *Poult Sci*, *93*(10), 2423-2431. doi:10.3382/ps.2014-04038

20. Daigle, C. L., Rodenburg, T. B., Bolhuis, J. E., Swanson, J. C., & Siegford, J. M. (2014). Use of dynamic and rewarding environmental enrichment to alleviate feather pecking in non-cage laying hens. *Applied Animal Behaviour Science*, 161, 75-85. doi:10.1016/j.applanim.2014.10.001
21. Marino, L. (2017). Thinking chickens: a review of cognition, emotion, and behavior in the domestic chicken. *Anim Cogn*, 20(2), 127-147. doi:10.1007/s10071-016-1064-4
22. de Jong, I. C., van Riel, J., Bracke, M. B. M., & van den Brand, H. (2017). A 'meta-analysis' of effects of post-hatch food and water deprivation on development, performance and welfare of chickens. *PLoS ONE*, 12(12), e0189350. doi:10.1371/journal.pone.0189350
23. Kim, E. H., & Sufka, K. J. (2011). The effects of environmental enrichment in the chick anxiety-depression model. *Behavioural Brain Research*, 221(1), 276-281. doi:10.1016/j.bbr.2011.03.013
24. Campbell, D. L. M., Talk, A. C., Loh, Z. A., Dyal, T. R., & Lee, C. (2018). Spatial Cognition and Range Use in Free-Range Laying Hens. *Animals*, 8(2). doi:10.3390/ani8020026
25. Krause, E. T., Naguib, M., Trillmich, F., & Schrader, L. (2006). The effects of short term enrichment on learning in chickens from a laying strain (*Gallus gallus domesticus*). *Applied Animal Behaviour Science*, 101(3-4), 318-327. doi:10.1016/j.applanim.2006.02.005
26. Gilani, A. M., Knowles, T. G., & Nicol, C. J. (2014). Factors affecting ranging behaviour in young and adult laying hens. *British Poultry Science*, 55(2), 127-135. doi:10.1080/00071668.2014.889279
27. Petek, M., Topal, E., & Cavusoglu, E. (2015). Effects of age at first access to range area on pecking behaviour and plumage quality of free-range layer chickens. *Archiv Fur Tierzucht-Archives of Animal Breeding*, 58, 85-91. doi:10.5194/aab-58-85-2015
28. de Haas, E. N., Bolhuis, J. E., Kemp, B., Groothuis, T. G. G., & Rodenburg, T. B. (2014). Parents and Early Life Environment Affect Behavioral Development of Laying Hen Chickens. *PLoS ONE*, 9(3). doi:10.1371/journal.pone.0090577
29. Aigueperse, N., Calandreau, L., & Bertin, A. (2013). Maternal Diet Influences Offspring Feeding Behavior and Fearfulness in the Precocial Chicken. *PLoS ONE*, 8(10). doi:10.1371/journal.pone.0077583
30. Archer, G. S., & Mench, J. A. (2014). Natural incubation patterns and the effects of exposing eggs to light at various times during incubation on post-hatch fear and stress responses in broiler (meat) chickens. *Applied Animal Behaviour Science*, 152, 44-51. doi:10.1016/j.applanim.2013.12.010
31. Vermeij, I. (2011). *Handboek pluimveehouderij*. Lelystad: Wageningen UR Livestock Research.
32. Walser, P., & Pfirter, H. P. (2001). Feed structure influences behaviour of laying hens. Paper presented at the Proceedings of the 6th European symposium on poultry welfare.
33. Steinfeldt, S., Engberg, R. M., & Kjaer, J. B. (2001). Feeding roughage to laying hens affects egg production, gastro-intestinal parameters and mortality. Paper presented at the 13th European Symposium on Poultry Nutrition, Blankenberge, Belgium.
34. Savory, C. J. (1980). Diurnal feeding patterns in domestic fowls: a review. *Applied Animal Ethology*, 6(1), 71-82.
35. Meunier-Salaun, M. C., & Faure, J. M. (1984). On the feeding and social behaviour of the laying hen. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 13, 129-141.
36. Hughes, B. O. (1975). Spatial preference in the domestic laying hen. *Br. Vet. J.*, 131, 560-564.
37. Baxter, M. R. (1992). The space requirements of housed livestock. In C. Phillips & D. Piggins (Eds.), *Farm animals and the environment* (pp. 67-81). Wallingford: C.A.B International.
38. Dawkins, M. S., & Hardie, S. (1989). Space needs of laying hens. *British poultry science*, 30(2), 413-416.
39. 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. *Animal Welfare*, 8, 193-203.
40. Rault, J. L., Clark, K., Groves, P. J., & Cronin, G. M. (2017). ANIMAL WELL-BEING AND BEHAVIOR Light intensity of 5 or 20 lux on broiler behavior, welfare and productivity. *Poult Sci*, 96(4), 779-787. doi:10.3382/ps/pew423
41. de Jong, I. C., Koene, P., Ellen, H. H., van Emous, R. A., Rommers, J. M., & van den Brand, H. (2016). Risicobeoordeling waterverstrekking aan vleeskuikens en vleeskuikenouderdieren Retrieved from Wageningen:
42. Heidweiller, J., & Zweers, G. A. (1992). Development of drinking mechanisms in the chicken (*Gallus gallus*)(Aves). *Zoomorphology*, 111(4), 217-228.

43. Dawkins, M. S. (1989). Time budgets in red junglefowl as a baseline for the assessment of welfare in domestic fowl. *App. Anim. Behav. Sci.*, 24, 77-80.
44. Schutz, K. E., & Jensen, P. (2001). Effects of resource allocation on behavioural strategies: A comparison of red junglefowl (*Gallus gallus*) and two domesticated breeds of poultry. *Ethology*, 107(8), 753-765. doi:10.1046/j.1439-0310.2001.00703.x
45. Schutz, K. E., Forkman, B., & Jensen, P. (2001). Domestication effects on foraging strategy, social behaviour and different fear responses: a comparison between the red junglefowl (*Gallus gallus*) and a modern layer strain. *Applied Animal Behaviour Science*, 74(1), 1-14. doi:10.1016/s0168-1591(01)00156-3
46. Farm Animal Welfare Council. (1991). Report on the Welfare of Laying Hens in Colony Systems-Main Report: FAWC.
47. van Emous, R. A., Ogink, N., & Gunnink, H. (2017). Effect of litter depths on general and dustbathing behaviour in laying hens: Litter behaviour laying hens. Paper presented at the Xth European Symposium on Poultry Welfare 2017.
48. Campbell, D. L. M., Karcher, D. M., & Siegford, J. M. (2016). Location tracking of individual laying hens housed in aviaries with different litter substrates. *Applied Animal Behaviour Science*, 184, 74-79. doi:10.1016/j.applanim.2016.09.001
49. De Jong, I. C., Wolthuis-Fillerup, M., & Van Reenen, C. G. (2007). Strength of preference for dustbathing and foraging substrates in laying hens. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 104, 24-36.
50. Toghyani, M., Gheisari, A., Modaresi, M., Tabeidian, S. A., & Toghyani, M. (2010). Effect of different litter material on performance and behavior of broiler chickens. *Applied Animal Behaviour Science*, 122(1), 48-52. doi:10.1016/j.applanim.2009.11.008
51. Weeks, C. A., & Nicol, C. J. (2006). Behavioural needs, priorities and preferences of laying hens. *Worlds Poultry Science Journal*, 62(2), 296-307. doi:10.1079/wps200598
52. Breitsameter, L., Gauly, M., & Isselstein, J. (2014). Sward botanical composition and sward quality affect the foraging behaviour of free-range laying hens. *Applied Animal Behaviour Science*, 150, 27-36. doi:10.1016/j.applanim.2013.10.009
53. Flochlay, A. S., Thomas, E., & Sparagano, O. (2017). Poultry red mite (*Dermanyssus gallinae*) infestation: a broad impact parasitological disease that still remains a significant challenge for the egg-laying industry in Europe. *Parasites & Vectors*, 10. doi:10.1186/s13071-017-2292-4
54. Van Niekerk, T., Ellen, H. H., & Winkel, A. (2016). Licht op licht: Licht en verlichting in de pluimveehouderij in relatie tot beschadigend pikgedrag (922). Retrieved from Wageningen:
55. van Dixhoorn, I. D. E., Reimert, I., Middelkoop, J., Bolhuis, J. E., Wisselink, H. J., Koerkamp, P., Kemp, B., & Stockhofe-Zurwieden, N. (2016). Enriched Housing Reduces Disease Susceptibility to Co-Infection with Porcine Reproductive and Respiratory Virus (PRRSV) and *Actinobacillus pleuropneumoniae* (*A. pleuropneumoniae*) in Young Pigs. *PLoS ONE*, 11(9). doi:10.1371/journal.pone.0161832
56. De Jong, I. C., Veldkamp, T., & Van Harn, J. (2013). Management tools to reduce footpad dermatitis in broiler chickens. Paper presented at the 19th European Symposium on Poultry Nutrition, Potsdam, Germany.
57. de Jong, I. C., Gunnink, H., & van Harn, J. (2014). Wet litter not only induces footpad dermatitis but also reduces overall welfare, technical performance, and carcass yield in broiler chickens. *Journal of Applied Poultry Research*, 23(1), 51-58. doi:10.3382/japr.2013-00803
58. Heerkens, J. L. T., Delezie, E., Ampe, B., Rodenburg, T. B., & Tuytens, F. A. M. (2016). Ramps and hybrid effects on keel bone and foot pad disorders in modified aviaries for laying hens. *Poult Sci*, 95(11), 2479-2488. doi:10.3382/ps/pew157
59. Tauson, R., & Abrahamsson, P. (1996). Foot and keel bone disorders in laying hens - Effects of artificial perch material and hybrid. *Acta Agriculturae Scandinavica Section a-Animal Science*, 46(4), 239-246. doi:10.1080/09064709609415876
60. Rodenburg, T. B., van Krimpen, M. M., de Jong, I. C., de Haas, E. N., Kops, M. S., Riedstra, B. J., Nordquist, R. E., Wagenaar, J. P., Bestman, M., & Nicol, C. J. (2013). The prevention and control of feather pecking in laying hens: identifying the underlying principles. *Worlds Poultry Science Journal*, 69(2), 361-373. doi:10.1017/s0043933913000354
61. Nicol, C. J., Bestman, M., Gilani, A. M., De Haas, E. N., De Jong, I. C., Lambton, S., Wagenaar, J. P., Weeks, C. A., & Rodenburg, T. B. (2013). The prevention and control of feather pecking: application to commercial systems. *Worlds Poultry Science Journal*, 69(4), 775-788. doi:10.1017/s0043933913000809
62. Ali, A. B. A., Campbell, D. L. M., Karcher, D. M., & Siegford, J. M. (2016). Influence of genetic strain and access to litter on spatial distribution of 4 strains of laying hens in an aviary system. *Poultry Science*, 95(11), 2489-2502. doi:10.3382/ps/pew236
63. Jensen, P., Keeling, L., Schutz, K., Andersson, L., Mormede, P., Brandstrom, H., Forkman, B., Kerje, S., Fredriksson, R., Ohlsson, C., Larsson, S., Mallmin, H., & Kindmark, A. (2005).

- 
- Feather pecking in chickens is genetically related to behavioural and developmental traits. *Physiology & Behavior*, 86(1-2), 52-60. Retrieved from <Go to ISI>://000232382000010
64. Klein, T., Zeltner, E., & Huber-Eicher, B. (2000). Are genetic differences in foraging behaviour of laying hen chicks paralleled by hybrid-specific differences in feather pecking? *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 70, 143-155.
65. Rodenburg, T. B., & de Haas, E. N. (2016). Of nature and nurture: the role of genetics and environment in behavioural development of laying hens. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 7, 91-94. doi:10.1016/j.cobeha.2015.12.007
66. Forbes, J., & Covasa, M. (1995). Application of diet selection by poultry with particular reference to whole cereals. *World's Poultry Science Journal*, 51(2), 149-165.
67. Henuk, Y., & Dingle, J. (2002). Practical and economic advantages of choice feeding systems for laying poultry. *World's Poultry Science Journal*, 58(2), 199-208.
68. Jung, L., & Knierim, U. (2018). Are practice recommendations for the prevention of feather pecking in laying hens in non-cage systems in line with the results of experimental and epidemiological studies? *Applied Animal Behaviour Science*, 200, 1-12.
69. Van de Weerd, H. A., & Elson, A. (2006). Rearing factors that influence the propensity for injurious feather pecking in laying hens. *World's Poultry Science Journal*, 62, 654-664.
70. Prescott, N. B., Wathes, C. M., & Jarvis, J. R. (2003). Light, vision and the welfare of poultry. *Animal Welfare*, 12(2), 269-288. Retrieved from <Go to ISI>://WOS:000182487200009
71. Maddocks, S. A., Cuthill, I. C., Goldsmith, A. R., & Sherwin, C. M. (2001). Behavioural and physiological effects of absence of ultraviolet wavelengths for domestic chicks. *Animal Behaviour*, 62(5), 1013-1019.
72. Lewis, P., & Morris, T. (2000). Poultry and coloured light. *World's Poultry Science Journal*, 56(3), 189-207.
73. Kristensen, H. H., White, R. P., & Wathes, C. M. (2009). Light intensity and social communication between hens. *British Poultry Science*, 50(6), 649-656. doi:10.1080/00071660903277353
74. Zimmerman, P. H., Pope, S. J., Guilford, T., & Nicol, C. J. (2003). Navigational ability in the domestic fowl. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, in press dd 03-01-03.
75. Keeling, L., Estevez, I., Newberry, R., & Correia, M. (2003). Production-related traits of layers reared in different sized flocks: the concept of problematic intermediate group sizes. *Poultry Science*, 82(9), 1393-1396.
76. D'Eath, R. B., & Keeling, L. J. (2003). Social discrimination and aggression by laying hens in large groups: from peck orders to social tolerance. *Applied Animal Behaviour Science*, 84(3), 197-212.
77. Lindberg, A., & Nicol, C. (1996). Space and density effects on group size preferences in laying hens. *British Poultry Science*, 37(4), 709-721.
78. Campderrich, I., Liste, G., & Estevez, I. (2017). Group size and phenotypic appearance: Their role on the social dynamics in pullets. *Applied Animal Behaviour Science*, 189, 41-48. doi:10.1016/j.applanim.2017.01.014
79. Liste, G., Campderrich, I., Beltran de Heredia, I., & Estevez, I. (2015). The relevance of variations in group size and phenotypic appearance on the behaviour and movement patterns of young domestic fowl. *Applied Animal Behaviour Science*, 163, 144-157. doi:10.1016/j.applanim.2014.11.013
80. Keeling, L. J., Newberry, R. C., & Estevez, I. (2017). Flock size during rearing affects pullet behavioural synchrony and spatial clustering. *Applied Animal Behaviour Science*, 194, 36-41. doi:10.1016/j.applanim.2017.04.002
81. Carvalho, R. R., Palme, R., & da Silva Vasconcellos, A. (2018). An integrated analysis of social stress in laying hens: The interaction between physiology, behaviour, and hierarchy. *Behav. Proc.*, 149, 43-51. doi:https://doi.org/10.1016/j.beproc.2018.01.016
82. Daisley, J. N., Salva, O. R., Regolin, L., & Vallortigara, G. (2011). Social cognition and learning mechanisms Experimental evidence in domestic chicks. *Interaction Studies*, 12(2), 208-232. doi:10.1075/is.12.2.02dai
83. Salva, O. R., Daisley, J. N., Regolin, L., & Vallortigara, G. (2009). Lateralization of social learning in the domestic chick, *Gallus gallus domesticus*: learning to avoid. *Animal Behaviour*, 78(4), 847-856. doi:10.1016/j.anbehav.2009.06.021
84. Nicol, C. J., & Pope, S. J. (1993). FOOD-DEPRIVATION DURING OBSERVATION REDUCES SOCIAL-LEARNING IN HENS. *Animal Behaviour*, 45(1), 193-196. doi:10.1006/anbe.1993.1020
85. Edgar, J., Held, S., Jones, C., & Troisi, C. (2016). Influences of Maternal Care on Chicken Welfare. *Animals*, 6(1). doi:10.3390/ani6010002

- 
86. Nicol, C. J., & Pope, S. J. (1999). The effects of demonstrator social status and prior foraging success on social learning in laying hens. *Animal Behaviour*, 57, 163-171. doi:10.1006/anbe.1998.0920
  87. Brumm, H., Schmidt, R., & Schrader, L. (2009). Noise-dependent vocal plasticity in domestic fowl. *Animal Behaviour*, 78(3), 741-746. doi:10.1016/j.anbehav.2009.07.004
  88. Fontana, I., Tullo, E., Scrase, A., & Butterworth, A. (2016). Vocalisation sound pattern identification in young broiler chickens. *Animal*, 10(9), 1567-1574. doi:10.1017/s1751731115001408
  89. Claes, R., Muysshondt, P. G. G., Dirckx, J. J. J., & Aerts, P. (2018). Do high sound pressure levels of crowing in roosters necessitate passive mechanisms for protection against self-vocalization? *Zoology*, 126, 65-70. doi:10.1016/j.zool.2017.12.002
  90. Dawkins, M. S. (1995). HOW DO HENS VIEW OTHER HENS - THE USE OF LATERAL AND BINOCULAR VISUAL-FIELDS IN SOCIAL RECOGNITION. *Behaviour*, 132, 591-606. doi:10.1163/156853995x00225
  91. Prescott, N. B., & Wathes, C. M. (1999). Spectral sensitivity of the domestic fowl. *Br. Poultry Sci.*, 40, 332-339.
  92. Keeling, L. (1994). Inter-bird distances and behavioural priorities in laying hens: the effect of spatial restriction. *Applied Animal Behaviour Science*, 39(2), 131-140.
  93. Mench, J. A., & Blatchford, R. A. (2014). Determination of space use by laying hens using kinematic analysis. *Poultry Science*, 93(4), 794-798. doi:10.3382/ps.2013-03549
  94. Eklund, B., & Jensen, P. (2011). Domestication effects on behavioural synchronization and individual distances in chickens (*Gallus gallus*). *Behavioural Processes*, 86(2), 250-256. doi:10.1016/j.beproc.2010.12.010
  95. Ahloy-Dallaire, J., Espinosa, J., & Mason, G. (2018). Play and optimal welfare: Does play indicate the presence of positive affective states? *Behavioural Processes*, 156, 3-15.
  96. Hemsworth, P. H., & Barnett, J. L. (1989). RELATIONSHIPS BETWEEN FEAR OF HUMANS, PRODUCTIVITY AND CAGE POSITION OF LAYING HENS. *British Poultry Science*, 30(3), 505-518. doi:10.1080/00071668908417175
  97. Hemsworth, P. H., Barnett, J. L., Coleman, G. J., & Hansen, C. (1989). A STUDY OF THE RELATIONSHIPS BETWEEN THE ATTITUDINAL AND BEHAVIORAL PROFILES OF STOCKPERSONS AND THE LEVEL OF FEAR OF HUMANS AND REPRODUCTIVE-PERFORMANCE OF COMMERCIAL PIGS. *Applied Animal Behaviour Science*, 23(4), 301-314. doi:10.1016/0168-1591(89)90099-3
  98. Edgar, J. L., Paul, E. S., & Nicol, C. J. (2013). Protective mother hens: cognitive influences on the avian maternal response. *Animal Behaviour*, 86(2), 223-229. doi:10.1016/j.anbehav.2013.05.004
  99. Campderrich, I., Liste, G., & Estevez, I. (2017). The looks matter; aggression escalation from changes on phenotypic appearance in the domestic fowl. *PLoS ONE*, 12(12). doi:10.1371/journal.pone.0188931
  100. Bright, A., Gill, R., & Willings, T. H. (2016). Tree cover and injurious feather-pecking in commercial flocks of free-range laying hens: a follow up. *Animal Welfare*, 25(1), 1-5. doi:10.7120/09627286.25.1.001
  101. Rault, J. L., van de Wouw, A., & Hemsworth, P. (2013). Fly the coop! Vertical structures influence the distribution and behaviour of laying hens in an outdoor range. *Australian Veterinary Journal*, 91(10), 423-426. doi:10.1111/avj.12099
  102. Stadig, L. M., Rodenburg, T. B., Ampe, B., Reubens, B., & Tuytens, F. A. M. (2017). Effect of free-range access, shelter type and weather conditions on free-range use and welfare of slow-growing broiler chickens. *Applied Animal Behaviour Science*, 192, 15-23. doi:10.1016/j.applanim.2016.11.008
  103. Riber, A. B., Casey-Trott, T. M., & Herskin, M. S. (2018). The influence of keel bone damage on welfare of laying hens. *Frontiers in Veterinary Science*, 5, 6. doi:10.3389/fvets.2018.00006
  104. Stratmann, A., Frohlich, E. K. F., Gebhardt-Henrich, S. G., Harlander-Matauschek, A., Wurbel, H., & Toscano, M. J. (2015). Modification of aviary design reduces incidence of falls, collisions and keel bone damage in laying hens. *Applied Animal Behaviour Science*, 165, 112-123. doi:10.1016/j.applanim.2015.01.012
  105. Craig, J., Al-Rawi, B., & Kratzer, D. (1977). Social status and sex ratio effects on mating frequency of cockerels. *Poultry Science*, 56(3), 767-772.
  106. Oden, K., Gunnarsson, S., Berg, C., & Algers, B. (2005). Effects of sex composition on fear measured as tonic immobility and vigilance behaviour in large flocks of laying hens. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 95, 89-102.
  107. Estevez, I. (2009). Behaviour and environmental enrichment in broiler breeders. *Biology of Breeding Poultry*. Bodmin, UK: CAB International, 261-283.

- 
108. Leone, E. H., Estevez, I., & Christman, M. C. (2007). Environmental complexity and group size: Immediate effects on use of space by domestic fowl. *Applied Animal Behaviour Science*, 102(1-2), 39-52. Retrieved from <Go to ISI>://000243614300004
109. de Haas, E. N., Lee, C., & Rodenburg, T. B. (2017). Learning and Judgment Can Be Affected by Predisposed Fearfulness in Laying Hens. *Frontiers in Veterinary Science*, 4(113). doi:10.3389/fvets.2017.00113
110. Jones, R. B. (1996). Fear and adaptability in poultry: insights, implications and imperatives. *Worlds Poultry Science Journal*, 52, 131-174.
111. de Haas, E. N., Kops, M. S., Bolhuis, J. E., Groothuis, T. G. G., Ellen, E. D., & Rodenburg, T. B. (2012). The relation between fearfulness in young and stress-response in adult laying hens, on individual and group level. *Physiology & Behavior*, 107(3), 433-439. doi:10.1016/j.physbeh.2012.08.002
112. Taylor, P. S., Hemsworth, P. H., Groves, P. J., Gebhardt-Henrich, S. G., & Rault, J. L. (2017). Ranging Behaviour of Commercial Free-Range Broiler Chickens 2: Individual Variation. *Animals*, 7(7). doi:10.3390/ani7070055
113. Campbell, D. L. M., Hinch, G. N., Downing, J. A., & Lee, C. (2016). Fear and coping styles of outdoor-preferring, moderate-outdoor and indoor-preferring free-range laying hens. *Applied Animal Behaviour Science*, 185, 73-77. doi:10.1016/j.applanim.2016.09.004
114. Hartcher, K. M., Hickey, K. A., Hemsworth, P. H., Cronin, G. M., Wilkinson, S. J., & Singh, M. (2016). Relationships between range access as monitored by radio frequency identification technology, fearfulness, and plumage damage in free-range laying hens. *Animal*, 10(5), 847-853. doi:10.1017/s1751731115002463
115. de Jong, I. C., Reuvekamp, B. F. J., & Gunnink, H. (2013). Can substrate in early rearing prevent feather pecking in adult laying hens? *Animal Welfare*, 22(3), 305-314. doi:10.7120/09627286.22.3.305
116. Nicol, C. J., Lindberg, A. C., Phillips, A. J., Pope, S. J., Wilkins, L. J., & Green, L. E. (2001). Influence of prior exposure to wood shavings on feather pecking, dustbathing and foraging in adult laying hens. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 73, 141-155.
117. De Jong, I. C., Lourens, A., Gunnink, H., & R.A., V. E. (2011). Effect of stocking density on (the development of) sexual behaviour and technical performance in broiler breeders. Retrieved from Lelystad:
118. Jones, E. K. M., Prescott, N. B., Cook, P., White, R. P., & Wathes, C. M. (2001). Ultraviolet light and mating behaviour in domestic broiler breeders. *British Poultry Science*, 42(1), 23-32. Retrieved from <Go to ISI>://000168124600002  
<https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/713655008?needAccess=true>
119. Appleby, M. C. (1998). Modification of laying hen cages to improve behavior. *Poultry Science*, 77(12), 1828-1832.
120. Ringgenberg, N., Frohlich, E. K. F., Harlander-Matauschek, A., Wurbel, H., & Roth, B. A. (2014). Does nest size matter to laying hens? *Applied Animal Behaviour Science*, 155, 66-73. doi:10.1016/j.applanim.2014.02.012
121. Appleby, M. C., & McRae, H. E. (1986). The individual nest box as a super-stimulus for domestic hens. *Applied Animal Behaviour Science*, 15(2), 169-176.
122. Wood-Gush, D. (1983). Environmental requirements for nesting behaviour. Paper presented at the Farm animal housing and welfare. Seminar in the CEC Programme of Coordination of Research on Animal Welfare, Aberdeen, Scotland, July 28-30, 1982.
123. Clausen, T., & Riber, A. B. (2012). Effect of heterogeneity of nest boxes on occurrence of gregarious nesting in laying hens. *Applied Animal Behaviour Science*, 142(3-4), 168-175. doi:10.1016/j.applanim.2012.10.005
124. Ringgenberg, N., Frohlich, E. K. F., Harlander-Matauschek, A., Toscano, M. J., Wurbel, H., & Roth, B. A. (2015). Nest choice in laying hens: Effects of nest partitions and social status. *Applied Animal Behaviour Science*, 169, 43-50. doi:10.1016/j.applanim.2015.04.013
125. Ringgenberg, N., Frohlich, E. K. F., Harlander-Matauschek, A., Toscano, M. J., Wurbel, H., & Roth, B. A. (2015). Effects of variation in nest curtain design on pre-laying behaviour of domestic hens. *Applied Animal Behaviour Science*, 170, 34-43. doi:10.1016/j.applanim.2015.06.008
126. Huber-Eicher, B. (2004). The effect of early colour preference and of a colour exposing procedure on the choice of nest colours in laying hens. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 86: 63-76.
127. Stampfli, K., Buchwalder, T., Frohlich, E. K. F., & Roth, B. A. (2013). Design of nest access grids and perches in front of the nests: Influence on the behavior of laying hens. *Poultry Science*, 92(4), 890-899. doi:10.3382/ps.2011-02046
128. Appleby, M. C., McRae, H. E., & Peitz, B. E. (1984). The effect of light on the choice of nests by domestic hens. *Applied Animal Ethology*, 11(3), 249-254.

129. Millam, J. (1987). Preference of turkey hens for nest-boxes of different levels of interior illumination. *Applied Animal Behaviour Science*, 18(3-4), 341-348.
130. Riber, A. B. (2012). Gregarious nesting-An anti-predator response in laying hens. *Applied Animal Behaviour Science*, 138(1-2), 70-78. doi:10.1016/j.applanim.2012.01.009
131. Campo, J. L., Davila, S. D., & Gil, M. G. (2014). Comparison of the tonic immobility duration, heterophil to lymphocyte ratio, and fluctuating asymmetry of chicks reared with or without a broody hen, and of broody and non-broody hens. *Applied Animal Behaviour Science*, 151, 61-66. doi:10.1016/j.applanim.2013.11.007
132. Bogner, H., Peschke, W., Seda, V., & Popp, K. (1979). Studie zum Flächenbedarf von Legehennen in Kafigen bei bestimmten Aktivitäten. *Berliner Und Munchener Tierarztliche Wochenschrift*.
133. Spindler, B., Giersberg, M. F., Briese, A., Kemper, N., & Hartung, J. (2016). Spatial requirements of poultry assessed by using a colour-contrast method (KobaPlan). *British Poultry Science*, 57(1), 23-33. doi:10.1080/00071668.2015.1127894
134. Brendler, C., Kipper, S., & Schrader, L. (2014). Vigilance and roosting behaviour of laying hens on different perch heights. *Applied Animal Behaviour Science*, 157, 93-99. doi:10.1016/j.applanim.2014.06.004
135. Schrader, L., & Muller, B. (2009). Night-time roosting in the domestic fowl: The height matters. *Applied Animal Behaviour Science*, 121(3-4), 179-183. doi:10.1016/j.applanim.2009.09.010
136. Polkharrel, B. B., Boeker, I., Kwon, I. Y., Jeyachanthiran, L., McBride, P., & Harlander-Matauschek, A. (2018). How does the presence of excreta affect the behaviour of laying hens on scratch pads? *Poultry Science*, 97, 743-748. doi:10.3382/ps/pex375
137. Moinard, C., Statham, P., Haskell, M., McCurquodale, C. C., Jones, R. B., & Green, P. R. (2004). Accuracy of laying hens in jumping upwards and downwards between perches in different light environments. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 85, 77-92.
138. Muiruri, H., Harrison, P., & Gonyou, H. (1990). Preferences of hens for shape and size of roosts. *Applied Animal Behaviour Science*, 27(1-2), 141-147.
139. Taylor, P. E., Scott, G. B., & Rose, P. (2003). The ability of domestic hens to jump between horizontal perches: effects of light intensity and perch colour. *Applied Animal Behaviour Science*, 83(2), 99-108.
140. Tauson, R., & Abrahamsson, P. (1994). Foot and skeletal disorders in laying hens: Effects of perch design, hybrid, housing system and stocking density. *Acta Agriculturae Scandinavica A-Animal Sciences*, 44(2), 110-119.
141. Lambe, N., & Scott, G. (1998). Perching behaviour and preferences for different perch designs among laying hens. *Animal Welfare*, 7(2), 203-216.
142. Stratmann, A., Frohlich, E. K. F., Harlander-Matauschek, A., Schrader, L., Toscano, M. J., Wurbel, H., & Gebhardt-Henrich, S. G. (2015). Soft Perches in an Aviary System Reduce Incidence of Keel Bone Damage in Laying Hens. *PLoS ONE*, 10(3). doi:10.1371/journal.pone.0122568
143. Manser, C. (1996). Effects of lighting on the welfare of domestic poultry: a review. *Animal Welfare*, 5(4), 341-360.
144. Blokhuis, H. (1984). Rest in poultry. *Applied Animal Behaviour Science*, 12(3), 289-303.
145. Van Liere, D. W. (1991). Function and organization of dustbathing in laying hens. *Landbouwniversiteit Wageningen, Wageningen*.
146. Bokkers, E. A. M., de Boer, I. J. M., & Koene, P. (2011). Space needs of broilers. *Animal Welfare*, 20(4), 623-632. Retrieved from <Go to ISI>://WOS:000296989400017
147. Cooper, J. J., & Albentosa, M. J. (2003). Behavioural priorities of laying hens. *Avian and Poultry Biology Reviews*, 14(3), 127-149. Retrieved from <Go to ISI>://000186358300002
148. Baxter, M., Bailie, C., & O'Connell, N. (2018). An evaluation of potential dustbathing substrates for commercial broiler chickens. *Animal*, 12(9), 1933-1941.
149. Vezzoli, G., Mullens, B. A., & Mench, J. A. (2015). Dustbathing behavior: Do ectoparasites matter? *Applied Animal Behaviour Science*, 169, 93-99. doi:10.1016/j.applanim.2015.06.001
150. Scholz, B., Kjaer, J. B., Petow, S., & Schrader, L. (2014). Dustbathing in food particles does not remove feather lipids. *Poultry Science*, 93(8), 1877-1882. doi:10.3382/ps.2013-03231
151. Moesta, A., Knierim, U., Briese, A., & Hartung, J. (2008). The effect of litter condition and depth on the suitability of wood shavings for dustbathing behaviour. *Applied Animal Behaviour Science*, 115(3-4), 160-170. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.applanim.2008.06.005
152. Shields, S. J., Garner, J. P., & Mench, J. A. (2004). Dustbathing by broiler chickens: a comparison of preference for four different substrates. *Applied Animal Behaviour Science*, 87(1-2), 69-82. Retrieved from <Go to ISI>://WOS:000221993300006

- 
153. Scholz, B., Kjaer, J., Urselmans, S., & Schrader, L. (2011). Litter lipid content affects dustbathing behavior in laying hens. *Poultry Science*, 90(11), 2433-2439.
  154. Van Liere, D. W. (1992). Dustbathing as related to proximal and distal feather lipids in laying hens. *Behav. Proc.*, 26, 177-188.
  155. Wichman, A., & Keeling, L. J. (2009). The influence of losing or gaining access to peat on the dustbathing behaviour of laying hens. *Animal Welfare*, 18(2), 149-157. Retrieved from <Go to ISI>://WOS:000265403200005
  156. Baxter, M., Bailie, C. L., & O'Connell, N. E. (2018). Evaluation of dustbathing substrate and straw bales as environmental enrichments in commercial broiler housing. *Applied Animal Behaviour Science*, 200, 78-85. doi:10.1016/j.applanim.2017.11.010
  157. Moinard, C., Rutherford, K., Haskell, M., McCorquodale, C., Jones, R., & Green, P. (2005). Effects of obstructed take-off and landing perches on the flight accuracy of laying hens. *Applied Animal Behaviour Science*, 93(1-2), 81-95.
  158. Duncan, I. J. H., Widowski, T. M., Malleau, A. W., Lindberg, C. A., & Petherick, J. C. (1998). External factors and causation of dustbathing in domestic hens. *Behav. Proc.*, 43, 219-228.
  159. Hogan, J. A., & Vanboxel, F. (1993). Causal Factors Controlling Dustbathing in Burmese Red Junglefowl - Some Results and a Model. *Animal Behaviour*, 46(4), 627-635. Retrieved from <Go to ISI>://1993MB77100001
  160. Van Liere, D. W., Kooijman, J., & Wiepkema, P. R. (1990). Dustbathing behaviour of laying hens as related to quality of dustbathing material. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 26, 127-141.
  161. Wichman, A., & Keeling, L. J. (2008). Hens are motivated to dustbathe in peat irrespective of being reared with or without a suitable dustbathing substrate. *Animal Behaviour*, 75, 1525-1533. doi:10.1016/j.anbehav.2007.10.009
  162. Vestergaard, K. S. (1982). Dust-bathing in the domestic fowl - diurnal rhythm and dust deprivation. *Appl. Anim. Ethol.*, 8, 487-495.
  163. Newberry, R. C., Estevez, I., & Keeling, L. J. (2001). Group size and perching behaviour in young domestic fowl. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 73, 117-129.
  164. Savory, C. J., Percival, D., & Yuill, I. (2002). Influence of perch space allowance on perching behaviour of laying hens. *Br. Poultry Sci.*, 43, S22-S23.
  165. Vermeij, I. (2011). *Handboek pluimveehouderij*.
  166. Kristensen, H. H., & Wathes, C. (2000). Ammonia and poultry welfare: a review. *World's Poultry Science Journal*, 56(3), 235-245.
  167. American Conference of Governmental Industrial Hygienists. (1995). Threshold limit values for chemical substances and physical agents and biological exposure indices.





To explore  
the potential  
of nature to  
improve the  
quality of life



Wageningen Livestock Research  
Postbus 338  
6700 AH Wageningen  
T 0317 48 39 53  
E [info.livestockresearch@wur.nl](mailto:info.livestockresearch@wur.nl)  
[www.wur.nl/livestock-research](http://www.wur.nl/livestock-research)

Wageningen Livestock Research ontwikkelt kennis voor een zorgvuldige en renderende veehouderij, vertaalt deze naar praktijkgerichte oplossingen en innovaties, en zorgt voor doorstroming van deze kennis. Onze wetenschappelijke kennis op het gebied van veehouderijsystemen en van voeding, genetica, welzijn en milieu-impact van landbouwhuisdieren integreren we, samen met onze klanten, tot veehouderijconcepten voor de 21e eeuw.

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research en Wageningen University hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.500 medewerkers en 10.000 studenten behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

