

Wageningen UR Livestock Research

Partner in livestock innovations



Rapport 386

Effect van bezettingsdichtheid op het gedrag van jonge vleeskuikens

Augustus 2010



LIVESTOCK RESEARCH
WAGENINGEN UR

Colofon

Uitgever

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

Redactie

Communication Services

Copyright

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

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

Aansprakelijkheid

Wageningen UR Livestock Research (formeel ASG
Veehouderij BV) aanvaardt geen aansprakelijkheid
voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik
van de resultaten van dit onderzoek of de
toepassing van de adviezen.

Wageningen UR Livestock Research, formeel 'ASG
Veehouderij BV', vormt samen met het Centraal
Veterinair Instituut en het Departement
Dierwetenschappen van Wageningen Universiteit
de Animal Sciences Group van Wageningen UR.

Losse nummers zijn te verkrijgen via de website.



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

Abstract

This report describes the effect of stocking
density of young broiler chickens (until 21 days
of age) on their behaviour.

Keywords

Young broiler chickens, behaviour, stocking
density

Referaat

ISSN 1570 - 8616

Auteur(s)

Ingrid C. de Jong, Leonie Workel en Henk
Gunnink

Titel

Effect van bezettingsdichtheid op het gedrag
van jonge vleeskuikens

Rapport 386

Samenvatting

Dit rapport beschrijft het effect van de
bezettingsdichtheid op het gedrag van jonge
vleeskuikens (tot 21 dagen leeftijd).



LIVESTOCK RESEARCH
WAGENINGEN UR

Rapport 386

Effect van bezettingsdichtheid op het gedrag van jonge vleeskuikens

Effect of stocking density on the behaviour of young broiler chickens

Ingrid C. de Jong, Leonie Workel en Henk Gunnink

Augustus 2010

Voorwoord

De huidige wetgeving voor vleeskuikens stelt geen directe grenzen aan het maximale aantal kuikens dat per vierkante meter kan worden opgezet in een stal, maar wel aan het maximaal aantal kilo's per vierkante meter dat op slachtleeftijd in de stal aanwezig mag zijn. Dit biedt de mogelijkheid om meer kuikens op te zetten dan tot nu toe gebruikelijk. Wanneer de kuikens op latere leeftijd (gedeeltelijk) worden overgeplaatst wordt daarmee nog steeds aan de wetgeving voldaan. Het verhogen van de bezettingsdichtheid van jonge vleeskuikens kan echter negatieve gevolgen hebben voor het welzijn van de kuikens. Op verzoek van het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit beschrijven we in dit rapport wat het effect is van het verhogen van de bezettingsdichtheid bij jonge kuikens op het gedrag van de kuikens.

Ingrid de Jong (projectleider)

Samenvatting

De Vleeskuikenrichtlijn (Council Directive 2007/43/EC) stelt grenzen aan de bezetting van vleeskuikens door een maximum toelaatbaar gewicht aan te geven. Er zijn geen normen of regels die grenzen stellen aan het *aantal* kuikens per vierkante meter dat in een stal kan worden geplaatst. Dat betekent dat, rekening houdend met een maximale bezetting in kg/m^2 , er meer jonge kuikens kunnen worden opgezet dan tot nu op praktijkbedrijven gebruikelijk is. Mits ze op latere leeftijd geheel of gedeeltelijk worden overgeplaatst. Bij de ontwikkeling van het Patio opfokstelsel voor vleeskuikens wordt gebruik gemaakt van dit principe. In het Patio opfokstelsel worden jonge vleeskuikens op een hogere bezetting gehouden dan gebruikelijk. Zo kunnen jonge kuikens in dat stelsel tot 14 dagen leeftijd op een bezetting van $70 \text{ kuikens}/\text{m}^2$ worden gehouden of tot 21 dagen leeftijd op een bezetting van $56 \text{ kuikens}/\text{m}^2$, en hebben ze dan in totaal dezelfde vrije ruimte tot hun beschikking als vleeskuikens die op slachtleefijd op maximaal $42 \text{ kg}/\text{m}^2$ worden gehuisvest.

Onderzoek heeft laten zien dat wanneer vleeskuikens met meer dan $15 \text{ dieren}/\text{m}^2$ worden gehuisvest, er een beperking van beweging en strooisel gericht gedrag is, en dat rustgedrag wordt verstoord. Dit onderzoek is echter uitgevoerd bij kuikens van drie weken en ouder. De verwachting is dat bij jonge kuikens het verhogen van de bezettingsdichtheid mogelijk hetzelfde effect heeft op het gedrag. Vanaf welke bezetting van jonge kuikens het gedrag negatief wordt beïnvloed, is echter niet bekend.

Bovendien zijn jonge kuikens veel beweeglijker dan kuikens van drie weken en ouder en kan het effect van een hoge bezetting op het gedrag dan ook verschillen van dat van oudere vleeskuikens. Het doel van deze proef was om te bepalen in welke mate het gedrag van jonge vleeskuikens wordt beïnvloed door de bezettingsdichtheid van de kuikens, en vanaf welke bezettingsdichtheid er sprake is van negatieve effecten zoals beperking strooiselgericht gedrag. Daarnaast werden de uitval en de gewichten geregistreerd en werden voetzollaesies, beschadigingen en gait scores bepaald.

In de proef hebben we jonge vleeskuikens gehuisvest op bezettingen variërend van 20, 30, 40, 50, 60, 70 en 80 (14 dagen leeftijd) of 20, 30, 40 en 50 (21 dagen leeftijd) $\text{kuikens}/\text{m}^2$. De bezetting van 20 $\text{kuikens}/\text{m}^2$ was de positieve controle; deze bezetting ligt net onder de gemiddelde bezetting van vleeskuikens in Nederland en onderzoek heeft laten zien dat bij jonge kuikens er geen effect te verwachten is van de bezetting op het gedrag bij 20 $\text{kuikens}/\text{m}^2$ of lager. De bezettingen van 80 respectievelijk 50 $\text{kuikens}/\text{m}^2$ zijn gekozen omdat we verwachtten dat er bij deze bezetting zeker negatieve effecten op het gedrag zichtbaar zouden worden (negatieve controle). Omdat het praktisch niet mogelijk was om de proef onder praktijkcondities uit te voeren is gekozen voor experimentele condities, met een groepsgrootte van minimaal 100 dieren. Het is bekend dat de sociale structuur in groepen kippen van honderd dieren of meer gelijk is aan die van groepen met duizenden kippen. Uit de resultaten bleek dat er ook bij jonge vleeskuikens er bij een toenemende bezetting sprake is van minder beweging en minder strooiselgericht gedrag, zoals scharrelen. Met name het aantal kuikens dat een bepaald gedrag uitvoert werd beïnvloed door de bezetting. Op 14 dagen leeftijd was er vanaf 40 $\text{kuikens}/\text{m}^2$ sprake van significant minder kuikens die scharrelen, zittend bodempikken, rennen en agressief gedrag vertonen, en van meer kuikens die staan en zitten of liggen. Op 21 dagen leeftijd was dat effect al zichtbaar vanaf 30 $\text{kuikens}/\text{m}^2$. De tijd besteed aan scharrelen nam al significant af vanaf 40 $\text{kuikens}/\text{m}^2$ op dag 7. Op 14 dagen leeftijd zagen we dat de tijd besteed aan staan toeneemt vanaf 50 $\text{kuikens}/\text{m}^2$. Op 21 dagen leeftijd is dat effect zichtbaar vanaf 30 $\text{kuikens}/\text{m}^2$. Naast effecten op het gedrag vonden we ook dat er meer voetzollaesies waren vanaf 40 $\text{kuikens}/\text{m}^2$ op 14 en 21 dagen leeftijd. Er waren meer beschadigingen bij de kuikens vanaf 50 $\text{kuikens}/\text{m}^2$ op 14 dagen leeftijd en vanaf 30 $\text{kuikens}/\text{m}^2$ op 21 dagen leeftijd. Een slechtere gait score werd gevonden bij 80 $\text{kuikens}/\text{m}^2$ op 14 dagen leeftijd en bij 40 $\text{kuikens}/\text{m}^2$ op 22 dagen leeftijd. Ook waren de diergewichten lager vanaf 70 $\text{kuikens}/\text{m}^2$ op 14 dagen leeftijd en 40 $\text{kuikens}/\text{m}^2$ op 22 dagen leeftijd. Daarentegen bleek de uitval tot 15 dagen leeftijd het laagst te zijn bij de hoogste bezettingen, met name veroorzaakt door een lagere uitval in de eerste levensweek.

Concluderend, vanaf een bezetting van 40 $\text{kuikens}/\text{m}^2$ en hoger op 14 dagen leeftijd en 30 $\text{kuikens}/\text{m}^2$ en hoger op 21 dagen leeftijd is er een negatief effect van kuikenbezetting op gedrag. Er is sprake van minder strooiselgericht gedrag en een beperking van de beweging. Hiermee dient rekening te worden gehouden bij het ontwerpen van huisvestingsystemen voor jonge vleeskuikens die uitgaan van een veel hogere dierbezetting dan gebruikelijk.

Summary

The Broiler Directive (Council Directive 2007/42/EC) limits stocking density in broilers by allowing a maximum stocking density of 42 kg/m² under certain conditions. There are no limitations to the number of birds that can be housed per square meter. This implicates that, taking into account the maximum stocking density in kg/m², more day-old chicks can be placed in a house than is done thus far. On the condition that birds will be thinned at a later age. This principle was used by the development of the 'Patio' rearing system for broilers. In the 'Patio' rearing system birds are housed at a higher stocking density than is done at regular broiler farms. Young broiler chicks are housed at 70 birds/m² until day 14 or at 56 birds/m² until day 21. Under these conditions they have the same 'free' available space in the house as compared to broiler chickens housed at 42 kg/m² at slaughter age. It has been shown that at a stocking density of 15 broilers/m² and more, behaviours like walking, running, foraging and dustbathing are carried out less and that resting behaviour is disturbed. However, these studies have been carried out in broiler chickens of three weeks of age and more. It can be expected that in general higher stocking densities have the same effect on the behaviour of young broiler chickens up to three weeks of age. However, it is unknown from which stocking density onwards these effects can be seen in young broilers. Moreover, young broiler chickens are much more active as compared to broilers of three weeks of age and more. The effect of stocking density on broiler behaviour may therefore differ in these young broilers as compared to older ones.

The aim of the current experiment was to study the effect of stocking density of young broiler chickens up to three weeks of age on their behaviour, and to determine from which stocking density onwards the chickens were hampered in their normal behaviours like foraging. In addition, mortality, growth, foot pad lesions, gait score and skin injuries were measured.

Broiler chickens were housed at stocking densities of 20, 30, 40, 50, 60, 70, and 80 birds/m² until 14 days of age or at 20, 30, 40, and 50 birds/m² until 21 days of age. The lowest stocking density was considered as the positive control group. This stocking density is below the average stocking density at Dutch broiler farms (22 birds/m²) and it has been shown that stocking density has no effects on behaviour between 20 birds/m² and less than 20 birds/m². The stocking density of 80 until 14 days respectively 50 birds/m² until 21 days were considered as the negative control groups as we expected negative effects on bird behaviour at least at these stocking densities. For practical reasons it was not possible to carry out this experiment under commercial conditions. We therefore chose to carry out this experiment with groups of at least 100 broilers. From literature it is known that the social structure of groups of chickens does not differ between groups of 100 birds and more and commercial groups of several thousands of chickens.

The results of the experiment showed that at 14 days of age significantly less chickens performed foraging, sitting and at the same time litter pecking, running, and aggressive behaviour, and significantly more chickens were standing or lying from a density of 40 chicks/m² onwards. At 21 days of age the same effects were observed from a density of 30 chickens/m² and more. Stocking density had less effect on the duration of different behaviours. The proportion of time spent foraging already significantly decreased from a density of 40 chicks/m² onwards at day 7. At 14 days of age, time spent standing increased from 50 chickens/m² onwards. At 21 days of age the same effect was observed from 30 chickens/m² onwards. Besides the effects on behaviour we observed more foot pad lesions from 40 chickens/m² onwards at day 14 and 21. More skin injuries were found from 40 chickens/m² onwards at day 14 and 30 chickens/m² onwards at day 21. Gait scores increased, thus broiler chickens were less able to walk, when they were housed at 80 chickens/m² at day 14 or from 40 chickens/m² onwards at day 21. Bird weights were significantly lower from 70 chickens/m² onwards at day 14 and from 40 chickens/m² onwards at day 22. In contrast, mortality was lower at the highest stocking densities at 14 days of age, which was caused by a lower mortality during the first week. In conclusion, stocking densities higher than 40 chickens/m² at day 14 and 30 chickens/m² at day 21 have a negative effect on broiler chicken behaviour. Space-demanding behaviours like running, walking, sitting and at the same time litter pecking were performed by less chickens and sitting and lying by more chickens. This should be taken into account in the design of new housing systems for broiler chickens that assume that young broiler chickens until 21 days of age can be housed at higher stocking densities than usual (22 chickens/m²) without compromising broiler behaviour.

Dit onderzoek is uitgevoerd binnen het Beleidsondersteunend onderzoek in het kader van LNV-programma BO-07-011 Dierenwelzijn, projectnummer BO-07-011-064.

Inhoudsopgave

Voorwoord

Samenvatting

Summary

1	Inleiding	1
2	Materiaal en methoden	3
2.1	Proefopzet en dieren	3
2.2	Huisvesting en management	3
2.3	Waarnemingen	4
2.3.1	Gedragsobservaties	4
2.3.2	Gait score, voetzollaesies, beschadigingen, wegingen en uitval	5
2.3.3	Statistische analyse	5
3	Resultaten	7
3.1	Gedragswaarnemingen	7
3.1.1	Tellingen	7
3.1.2	Focal animal sampling (duur van het gedrag)	12
3.2	Gait score	16
3.3	Voetzollaesies	17
3.4	Beschadigingen	18
3.5	Wegingen	19
3.6	Uitval	20
4	Discussie	21
4.1	Gedrag	21
4.2	Overige gemeten parameters	22
4.3	Waar ligt de grens?	23
4.4	Conclusies	24
	Literatuur	25
	Bijlage 1	27

1 Inleiding

De Vleeskuikenrichtlijn (Council Directive 2007/43/EC) stelt grenzen aan de bezettingsdichtheid van vleeskuikens door een maximum toelaatbaar gewicht per vierkante meter aan te geven. De maximale bezetting, zoals vastgelegd in de Vleeskuikenrichtlijn, varieert van 33 tot 42 kg/m² afhankelijk van de eisen waaraan het vleeskuikenbedrijf kan voldoen. Er zijn geen normen of regels die grenzen stellen aan het *aantal* kuikens per vierkante meter dat in een stal kan worden geplaatst. Dat betekent dat, rekening houdend met een maximale bezetting in kg/m², er veel meer jonge kuikens kunnen worden opgezet dan tot nu toe gebruikelijk is. Mits op een later moment de kuikens of een deel van de kuikens worden overgeplaatst en op een reguliere bezetting worden afgemest, zodat voldaan wordt aan de bezettingseis in kg/m².

Een nieuwe ontwikkeling in huisvestingssystemen voor vleeskuikens is het Patio systeem. In het Patio systeem worden kuikens geboren in de stal, waardoor er geen transport plaatsvindt van de broederij naar het vleeskuikenbedrijf. De kuikens hebben na uitkomen direct de beschikking over voer en water, waardoor de kuikensterfte waarschijnlijk lager is (Van de Ven et al., 2009). Het Patio systeem kan worden gebruikt als opfokstelsel of als afmeststelsel. Wanneer het Patio systeem als opfokstelsel wordt gebruikt, is de bezetting van jonge kuikens veel hoger dan tot nu toe in reguliere systemen het geval is. Uitgangspunt van het Patio opfokstelsel is dat de vrije ruimte die kuikens hebben op 14 dagen leeftijd (2-leefijdens systeem) of 21 dagen leeftijd (3-leefijdens systeem) minimaal even groot moet zijn als die van slachtrijpe kuikens bij de maximaal toegelaten bezettingsdichtheid. Omgerekend zou dat inhouden dat er ongeveer 70 kuikens (14 dagen) of 56 kuikens (21 dagen) kunnen worden opgezet (Van de Ven en Van Wagenberg, 2008). Vervolgens worden deze kuikens vanaf 14 of 21 dagen leeftijd afgemest op een normale bezetting van ongeveer 22 kuikens/m² (Van de Ven et al., 2009). De vraag is echter of een hogere bezetting van jonge kuikens dan tot nu toe gebruikelijk is, een negatief effect heeft op het gedrag van de kuikens. De vrije ruimte van jonge kuikens wordt sterk verminderd in het Patio opfokstelsel in vergelijking met de nu gangbare vleeskuikenhouderij. In de nu gangbare vleeskuikenhouderij worden ongeveer 22 kuikens/m² opgezet. Daarnaast is niet alleen de vrije ruimte, maar ook het aantal dieren dat op een bepaald oppervlak aanwezig is bepalend voor de mate waarin alle gedragingen kunnen worden uitgevoerd. Bij meer kuikens zal er sprake zijn van een grotere kans op verstoring van gedrag.

Tot nu toe heeft het onderzoek zich met name gericht op het effect van de bezettingsdichtheid op het gedrag van vleeskuikens vanaf een leeftijd van drie weken (Blokhuys and Van der Haar, 1990; Martrenchar et al., 1997; Reiter and Bessei, 2000; Hall, 2001; Arnould and Faure, 2003; Buijs et al., 2009). Uit dit onderzoek blijkt dat bij kuikens vanaf drie weken leeftijd beweging en strooiselgerichte activiteiten sterk worden beperkt en dat rustgedrag meer wordt verstoord bij een bezettingsdichtheid van meer dan 15 kuikens/m² (Scientific Committee for Animal Health and Animal Welfare, 2000). Daarnaast is er bij een toenemende bezettingsdichtheid meer kans op het ontstaan van voetzoollaesies en brandhakken en kunnen de kuikens zich slechter voortbewegen (Scientific Committee for Animal Health and Animal Welfare, 2000). De verwachting is dat ook bij jonge vleeskuikens een toenemende bezetting leidt tot meer verstoring en beperking van beweging en van strooiselgerichte activiteiten. Echter, vanaf welke dichtheid dit zichtbaar zal zijn is niet bekend. Bovendien zijn jonge vleeskuikens veel beweeglijker dan vleeskuikens van drie weken en ouder (Newberry and Hall, 1990; Shields et al., 2005). Ze kunnen dus meer behoefte hebben aan ruimte om hun gedragingen uit te kunnen voeren. Een beperking van de bewegingsruimte bij jonge kuikens kan een groter effect op het gedrag hebben dan bij oudere vleeskuikens.

Het doel van deze proef was om te bepalen in welke mate het gedrag van jonge vleeskuikens werd beïnvloed door de bezettingsdichtheid van de kuikens, en vanaf welke bezettingsdichtheid er negatieve effecten optreden zoals beperking van beweging. Daarnaast werden de groei en de uitval geregistreerd, en werd gekeken of de bezettingsdichtheid ook een effect had op beschadigingen, de manier waarop de kuikens zich voortbewogen en op het ontstaan van voetzoollaesies. Vleeskuikens werden opgezet op een bezettingsdichtheid die varieerde van 20 kuikens/m² tot 80 kuikens/m² (tot 14 dagen leeftijd) of 50 kuikens/m² (tot 21 dagen leeftijd). De ondergrens van 20 kuikens/m² werd gekozen omdat dit net onder de reguliere bezettingsdichtheid ligt. De verwachting was dat bij deze bezetting er tot drie weken leeftijd geen negatieve effecten zijn op het gedrag van de kuikens (positieve controle) (Blokhuys and Van der Haar, 1990). De bovengrens werd gekozen omdat deze net boven of rond de gewenste dichtheid in het Patio systeem ligt (Van de Ven en Van Wagenberg, 2008),

en de verwachting was dat hier wel een negatief effect van de bezettingsdichtheid op het gedrag te zien zou zijn (negatieve controle).

Er is een kans dat de bezettingsdichtheid tot 14 of 21 dagen ook het gedrag na deze leeftijd beïnvloedt. Dat wordt in deze proef echter niet bestudeerd. Groeps grootte en grootte van de stal waarin de kuikens worden gehuisvest kunnen een effect hebben op het gedrag. Het was echter niet mogelijk om deze proef uit te voeren onder commerciële condities met enkele duizenden kuikens per afdeling. Daarom is ervoor gekozen om de proef uit te voeren onder experimentele condities met minimaal 136 kuikens per hok en een standaard hokgrootte van 7 m². Het aantal kuikens per groep is zo gekozen dat we verwachtten dat het gedrag niet afwijkt van het gedrag van kuikens in groepen van duizenden dieren. Het is bekend dat tot ongeveer 100 kuikens per groep er sociale herkenning plaatsvindt, wat een effect kan hebben op het gedrag van de kuikens. Boven de 100 kuikens per groep is daar geen sprake meer van (D'Eath and Keeling, 2003). Anderen hebben aangetoond tot 30 leghennen/m² de rangorde anders wordt vastgesteld dan bij meer dan 30 kuikens/m² (Keeling et al., 2003). Daarnaast is gevonden dat bij vleeskuikens pas sprake is van een sociale rangorde vanaf drie tot vier weken leeftijd (Estevez et al., 1997; Pettit-Riley et al., 2002).

2 Materiaal en methoden

2.1 Proefopzet en dieren

In totaal zijn er 17 568 ééndagskuikens (Ross 308) gebruikt in de proef. De kuikens werden vanaf dag één gehuisvest op verschillende bezettingsdichtheden (20-80 kuikens/m²) zoals weergegeven in Tabel 1. Om genoeg herhalingen per behandeling te verkrijgen is het experiment in twee achtereenvolgende rondes uitgevoerd. Per ronde kwam iedere behandeling vier maal voor, dus in totaal waren er acht herhalingen per behandeling. Aan het einde van de proef (op 15 of 22 dagen, zie tabel 1) werden de kuikens overgeplaatst naar een afmeststal en op een reguliere bezetting afgemest tot slachtleeftijd.

De proefopzet was goedgekeurd door de Dierexperimenten Commissie van Wageningen UR.

Tabel 1 Proefopzet

Behandelings-Groep	Bezettings-dichtheid (kuikens/m ²)	Bruikbare oppervlakte per hok (m ²)	Aantal dieren per hok	Behandelingsgroep zat in experiment tot en met dag
D20	20	6.8	136	22
D30	30	6.6	198	22
D40	40	6.4	256	22
D50	50	6.4	320	22
D60	60	6.2	372	15
D70	70	6.2	434	15
D80	80	6.0	480	15

2.2 Huisvesting en management

De vleeskuikens werden gehuisvest in hokken van 7 m² (3,5 x 2 m) waarvan de tussenwanden gemaakt waren van gaaspanelen met een dichte onderkant (40 cm). De bodem was bedekt met houtkrullen. De hokken waren aselekt verdeeld over twee identieke klimaat-gecontroleerde afdelingen (14 hokken per afdeling). De voer- en drinkruimte per dier werd voor alle behandelingen zo gelijk mogelijk gehouden. Dat betekende dat er 1 (D20), 2 (D30), 3 (D40, D50), 4 (D60, D70) of 5 (D80) voerpannen werden verstrekt en 2 (D20, D30), 3 (D40, D50) of 4 (D60, D70, D80) ronddrinkers. De ronddrinkers en voerpannen werden gelijk verdeeld over het vloeroppervlak. Het aantal dieren per hok om de gewenste bezettingsdichtheid te bereiken werd berekend aan de hand van het bruikbare oppervlak per hok (dus de oppervlakte zonder voerpannen en ronddrinkers, zie ook Tabel 1). Bij nat en/of plakkerig strooisel werden houtkrullen bijgestrooid. In bijlage 1 staan overzichtsfoto's van de hokken voor iedere behandeling.

Het licht was op dag 1 en 2 continu aan en vanaf dag 3 gedurende 18 uur per dag. Licht ging aan om 06.00 uur. Lichtsterkte op dierniveau was 20 lux. De omgevingstemperatuur daalde van 33°C op dag 1 tot 28°C op dag 7, 25°C op dag 14 en 22°C op dag 22. Voer (commercieel startvoer tot 10 dagen en afmestvoer na 10 dagen) en water werden ad libitum verstrekt.

De dieren werden dagelijks om 08.00 uur gecontroleerd. Dode dieren werden verwijderd, zieke dieren werden uitgeselecteerd. De sterfte werd dagelijks bijgehouden.

2.3 Waarnemingen

2.3.1 Gedragsobservaties

Gedragsobservaties werden uitgevoerd op dag 6/7, dag 13/14 en dag 20/21 door twee personen. Alle observaties werden gedaan door directe waarnemingen waarbij de waarnemer voor het hok zat. Er werden twee methoden gebruikt: continue waarnemingen en tellingen. Beide waarnemers gebruikten beide methoden: wat de ene waarnemer 's ochtends deed werd door de andere waarnemer 's middags uitgevoerd. Alle gedragswaarnemingen werden uitgevoerd tussen 09.00 en 17.00 uur. Na de ochtendessie wisselden de waarnemers van afdeling. De waarnemingen werden zodanig uitgevoerd dat een waarnemer tenminste alle behandelingsgroepen één maal had waargenomen. Iedere waarnemer nam twee minuten gewenningstijd per hok voordat werd gestart met de waarnemingen. Bij beide methodes werd gebruik gemaakt van het ethogram in Tabel 2.

Voor de continue waarnemingen werden twee dagen voor aanvang van de waarnemingen tien dieren gemerkt met verschillende kleuren/tekens. Dit waren verschillende dieren voor de verschillende leeftijden. Per hok werden hier vier dieren uitgekozen die continu gedurende vijf minuten werden gevolgd. De gedragingen werden gescoord op een handcomputer met gespecialiseerde software (The Observer, Noldus, Wageningen, NL). Nadat iedere behandelingsgroep in een afdeling één maal was waargenomen werden de waarnemingen voortgezet in de andere afdeling. Na twee dagen waren op deze manier alle hokken één maal waargenomen.

Vanwege het grote aantal dieren per hok was het lastig de tellingen uit te voeren in het hele hok. Daarom werden de tellingen in een deel van het hok uitgevoerd. Om per behandelingsgroep bij benadering evenveel dieren te tellen werden de waarnemingen als volgt uitgevoerd. Voor de D20 en D30 groepen werd een half hok waargenomen, voor de D40, D50 en D60 groepen een derde deel van het hok en voor de D70 en D80 groepen een kwart deel van het hok. Hierbij zat de helft, een derde en een kwart van de rondrinkers/voerpannen. Een over het hok gespannen smal elastiek gaf aan in welk deel er waargenomen moest worden. Per hokdeel werd geteld hoeveel dieren een bepaald gedrag uitvoerden zoals omschreven in tabel 2. Per afdeling werd ieder hok geteld en dit werd één keer herhaald. Dit geheel werd de volgende dag weer herhaald, zodat in totaal van ieder hok vier maal was geteld hoeveel dieren een bepaald gedrag uitvoerden.

Tabel 2 Ethogram

Gedrag	Omschrijving
Eten	Pikken naar de voerpan
Drinken	Pikken naar de rondrinker
Staan	Staan zonder ander gedrag uit te voeren
Rusten	Zitten of liggen, ogen gesloten of open, zonder andere activiteiten uit te voeren
Zitten met bodempikken	Zitten en tegelijkertijd bodempikken
Lopen	Lopen
Rennen	Rennen, soms vergezeld van vleugelslaan
Stofbaden	Alle elementen van stofbaden zoals omschreven door Van Liere, (1991), zoals inschudden, inwrijven, op de zij liggen
Comfortgedrag	Poetsen, rekken, strekken, vleugelslaan, krabben
Scharrelen	Afwisselend krabben in en pikken naar het strooisel
Aggressief gedrag	Alle elementen van (de ontwikkeling van) agressief gedrag, zoals omschreven door Kruijt (1964), zoals hoppen, springen, pikken, nekveren opzetten etc.
Verenpikken	Pikken naar de veren/dons van andere kuikens, kan samengaan met het uittrekken van de veren en het eten van de veren
Overig	Alle andere gedragingen dan hierboven omschreven

2.3.2 Gait score, voetzoollaesies, beschadigingen, wegingen en uitval

Beschadigingen werden gescoord bij 10 random gekozen dieren per hok op dag 8, 15 en 22. Beschadigingen werden onderverdeeld in krassen en wonden. Krassen werden gescoord als klasse 1 (één of twee krassen) of klasse 2 (meer dan twee krassen). Wonden werden gescoord als klasse 1 (kleine wond, maximaal twee) of klasse 2 (grote wond, één of meerdere, of meer dan twee kleine wonden). Uit deze scores werd een indexscore berekend per hok: $\text{index} = (1 \cdot \text{aantal klasse 1 kras}) + (2 \cdot \text{aantal klasse 2 kras}) + (1 \cdot \text{aantal klasse 1 wond}) + (2 \cdot \text{aantal klasse 2 wond})/10$.

Gait score en voetzoollaesies werden bepaald bij 10 random gekozen dieren per hok op dag 15 en 22. Voor de gait score werd van ieder individueel dier gescoord in welke mate het dier in staat was zich te bewegen, zoals omschreven door Kestin et al., (1992). Ook voor de gait score werd een index score berekend per hok: $\text{index} = (0 \cdot \text{aantal dieren met gait score 0}) + (1 \cdot \text{aantal dieren met gait score 1}) + \dots + (5 \cdot \text{aantal dieren met gait score 5})/10$.

Voetzoollaesies werden gescoord in vijf klassen volgens de Bristol Foot Burn Scale (Welfare Quality[®], 2009): 0, geen laesie; 1, zeer geringe laesie; 2, milde laesie; 3, matig grote maar diepe laesie; 4, ernstige laesie (groot en diep) en vervolgens werd per hok weer een index score berekend: $\text{index voetzoollaesies} = (0 \cdot \text{aantal dieren klasse 0}) + (1 \cdot \text{aantal dieren klasse 1}) + (2 \cdot \text{aantal dieren klasse 2}) + (3 \cdot \text{aantal dieren klasse 3}) + (4 \cdot \text{aantal dieren klasse 4})/10$.

Dierwegingen werden uitgevoerd als groepswegingen per hok. Per hok werden 50 dieren random geselecteerd en gewogen op dag 1, 8, 15 en 22. Uitval werd dagelijks geregistreerd.

2.3.3 Statistische analyse

Statistische analyse werd uitgevoerd met behulp van het software programma Genstat (Genstat Committee, 2000). Bij de gedragswaarnemingen zijn verschillende waarnemers ingezet. Om het effect van waarnemer goed te kunnen toetsen is het noodzakelijk dat de random effecten van ronde, afdeling, blok en hok apart van elkaar worden geschat. Voor de gedragswaarnemingen is het volgende model gebruikt:

$$Y_{ijklmn} = \mu + \alpha_i + \underline{\varepsilon}_j + \underline{\varepsilon}_{k(j)} + \underline{\varepsilon}_{l(jk)} + \underline{\varepsilon}_{i(jkl)} + \lambda_m + (\alpha\lambda)_{im} + \underline{\varepsilon}_{m(ijkl)} + \kappa_n + \underline{\varepsilon}_{n(ijklm)}$$

Waarin:

Y_{ijklmn} Respons voor gedragsparameter Y van behandeling i in blok l van stal k of ronde j voor week m en gemeten door waarnemer n

μ Gemiddelde

α_i Effect van behandeling i

λ_m Effect van leeftijd in week m

$(\alpha\lambda)_{im}$ Effect of interactie tussen leeftijd en behandeling

κ_n Effect van waarnemer n

$\underline{\varepsilon}_j, \underline{\varepsilon}_{k(j)}, \underline{\varepsilon}_{l(jk)}, \underline{\varepsilon}_{i(jkl)}, \underline{\varepsilon}_{m(ijkl)}, \underline{\varepsilon}_{n(ijklm)}$ Random effecten van ronde j, stal k (binnen ronde), blok l (binnen stal), hok i (binnen blok), week m (binnen hok) en waarnemer n (=residu); $\underline{\varepsilon}_\cdot \sim N(0, \sigma_\cdot^2)$: constante correlatie tussen herhaalde waarnemingen in de tijd.

De data zijn geanalyseerd met behulp van een variantie analyse (REML procedure) en daar waar er sprake was van een significant behandelingseffect zijn de behandelingen vervolgens vergeleken met een t-toets.

Bij de analyse van groei is gekozen voor één random term voor ronde.afdeling.blok.hok-combinatie, omdat hier het effect van waarnemer niet speelt (en er waren ook geen grote ronde- en/of afdelingseffecten). Voor de analyse van de groei is het volgende model gebruikt:

$${}^e \text{LOG}(Y_{ijk}) = \mu + \alpha_i + \beta_j + \lambda_k + (\alpha\lambda)_{ik} + \underline{\varepsilon}_{ijk}$$

Waarin:

\underline{Y}_{ijk} = Gemiddelde gewicht van behandeling i in hok j in week m

μ = Algemeen gemiddelde

α_i = Effect van behandeling i ; $1=20$; $2=30$; $3=40$; $4=50$; $5=60$; $6=70$; $7=80$

λ_k = Effect van leeftijd in week m ; $1=0$; $2=1$; $3=2$; $4=3$

$(\alpha\lambda)_{ik}$ = Effect van interactie tussen behandeling en leeftijd

β_j = Random effect van hok j (binnen de combinatie van ronde, blok en stal); $\beta_j \sim N(0, \sigma_\beta^2)$

$\underline{\varepsilon}_{ijk} \sim N(0; \sigma_\varepsilon^2, \phi_k^t)$ Random (residual) effecten van week binnen hok j ; gecorreleerd als Φ^t , waarin t is de tijdsduur in dagen tussen opeenvolgende waarnemingen.

De data zijn geanalyseerd met behulp van variantie analyse (REML procedure) en daar waar er een significant behandelingseffect is zijn de behandelingen paarsgewijs vergeleken met behulp van een t-toets.

Gegevens van voetzollaesies, beschadigingen en gait scores (met aantal dieren per score) is eerst een gemiddelde score per hok berekend, waarna de gegevens enigszins (log)normaal verdeeld worden verondersteld. Bij uitvalgegevens is een gegeneraliseerd lineair model gebruikt, daar deze gegevens binomiaal verdeeld worden verondersteld.

Het volgende model is hierbij gebruikt:

$$(\underline{Y}_{ijkl}) = \mu + \alpha_i + \underline{\varepsilon}_j + \underline{\varepsilon}_{k(j)} + \underline{\varepsilon}_{l(j)} + \lambda_l + (\alpha\lambda)_{il} + \underline{\varepsilon}_{ijkl}$$

Waarin:

\underline{Y}_{ijkl} = Respons van behandeling i in hok k in ronde j in week l

μ = Algemeen gemiddelde

α_i = Effect van behandeling i ; $1=20$; $2=30$; $3=40$; $4=50$; $5=60$; $6=70$; $7=80$

λ_l = effect van leeftijd in week l

$(\alpha\lambda)_{il}$ = Effect van interactie tussen leeftijd en week

$\varepsilon_j, \varepsilon_{k(j)}, \varepsilon_{l(j)}$ = Random effect van ronde j , week l (binnen ronde) and pen k (binnen ronde);

$\underline{\varepsilon}_* \sim N(0, \sigma_*^2)$

$\underline{\varepsilon}_{ijkl} \sim N(0; \sum \tau_{jk}, \phi_l^t)$ Random (residual) van week binnen hok jk ; gecorreleerd als Φ^t , waar t is de tijdsduur in dagen tussen opeenvolgende waarnemingen; variantie is voor iedere week afzonderlijk geschat.

Voor de analyse van de uitval is de procedure GLMM gebruikt, voor de analyse van de andere gegevens de REML procedure. T-toetsen zijn gebruikt voor paarsgewijze vergelijking bij significante verschillen.

3 Resultaten

3.1 Gedragswaarnemingen

3.1.1 Tellingen

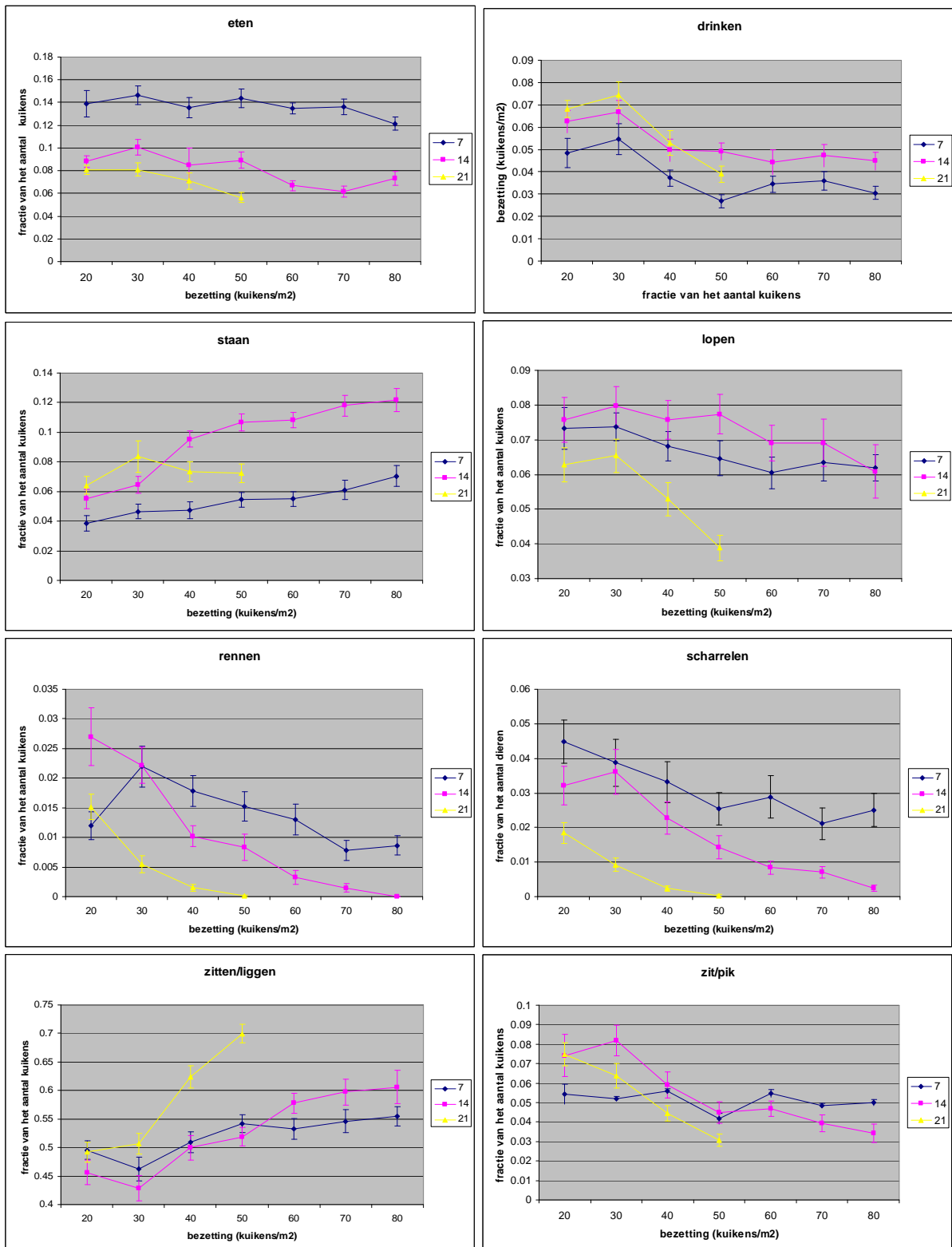
Allereerst is een analyse per gedragscategorie uitgevoerd, waarin de effecten van de behandeling (bezetting), leeftijd en waarnemer en de interacties daartussen zijn meegenomen. Tabel 3 geeft aan of er per gedragscategorie sprake is van een effect van leeftijd, waarnemer, bezettingsdichtheid of een interactie tussen leeftijd en bezetting. Voor een groot aantal gedragselementen is er een significant effect van waarnemer; dat betekent dat de ene waarnemer de duur van een gedrag consequent langer of korter scoort dan de andere. Door dit waarnemer effect mee te nemen in de analyse wordt hiermee rekening gehouden bij het bepalen van een effect van behandeling of leeftijd. Bij zes gedragselementen werd er een significant effect van bezettingsdichtheid op het aantal dieren dat een bepaald gedrag uitvoert gevonden (tabel 3).

Tabel 3 Resultaten van de statistische analyse van de fractie dieren dat een bepaald gedrag uitvoert; n.s. betekent geen significant effect. $P < 0.05$ is een significant effect; $P < 0.10$ geeft een trend aan.

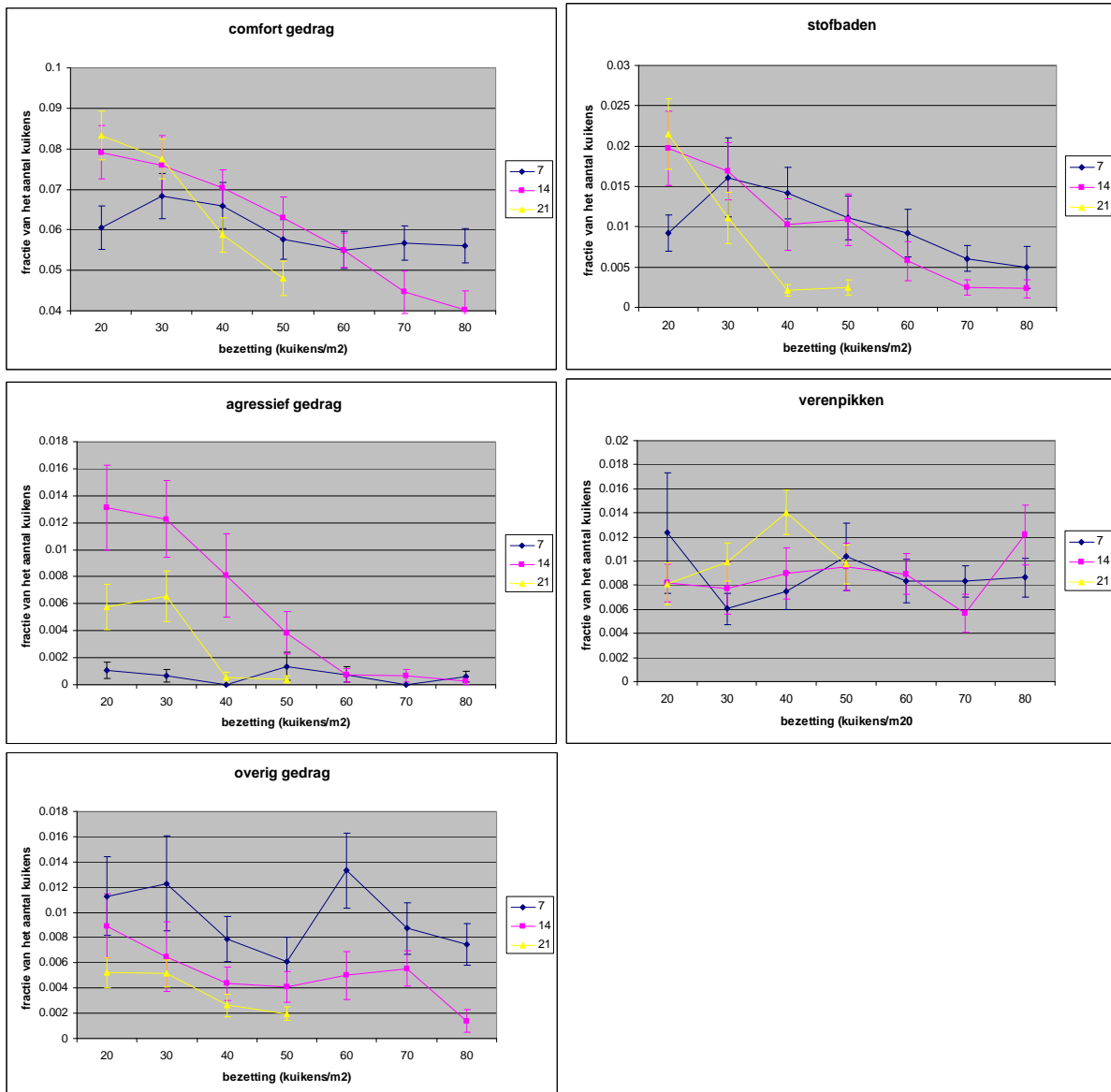
Gedrag	Effect bezettingsdichtheid	Effect waarnemer	Effect leeftijd	Interactie leeftijd x bezettingsdichtheid
Eten	n.s.	$P < 0.10$	n.s.	n.s.
Drinken	n.s.	$P < 0.001$	n.s.	n.s.
Staan	$P < 0.001$	$P < 0.001$	$P < 0.05$	n.s.
Lopen	n.s.	$P < 0.001$	n.s.	n.s.
Rennen	$P < 0.001$	$P < 0.001$	$P < 0.05$	n.s.
Scharrelen	$P < 0.001$	$P < 0.001$	$P < 0.001$	$P < 0.05$
Zitten/liggen	$P < 0.001$	$P < 0.05$	$P < 0.10$	n.s.
Zitten/pikken	$P < 0.05$	$P < 0.001$	n.s.	n.s.
Comfortgedrag	n.s.	$P < 0.001$	$P < 0.10$	$P < 0.10$
Stofbaden	n.s.	n.s.	n.s.	$P < 0.05$
Agressief gedrag	$P < 0.10$	n.s.	n.s.	n.s.
Verenpikken	n.s.	$P < 0.001$	n.s.	n.s.
Overig gedrag	n.s.	$P < 0.001$	n.s.	n.s.

In figuur 1 staat voor ieder afzonderlijk gedrag de relatie tussen de bezettingsdichtheid en de fractie dieren die een bepaald gedrag uitvoert weergegeven. Een significant leeftijdseffect werd gevonden voor de fractie van het aantal dieren dat staat, rent of scharrelt. Het aantal dieren dat staat neemt toe met de leeftijd. Bij rennen en scharrelen zien we een afname van het aantal dieren met de leeftijd. Een tendens voor een leeftijdseffect werd gevonden bij zitten en liggen (toename van het aantal dieren met de leeftijd) en comfortgedrag (afname van het aantal dieren met de leeftijd).

Een significante interactie tussen leeftijd en behandeling geeft aan dat het behandelingseffect verandert met de leeftijd. Dit werd gevonden voor scharrelen en stofbaden. Voor beide gedragselementen zien we een grotere afname van de fractie dieren die dit gedrag uitvoert op oudere leeftijd dan op 7 dagen leeftijd. Dezelfde tendens werd gevonden voor comfortgedrag.



Figuur 1 Voor toelichting zie pagina 9.



Figuur 1 De relatie tussen de bezettingsdichtheid van de kuikens en de fractie kuikens die een bepaald gedrag uitvoert, weergegeven voor de afzonderlijke gedragselementen met per figuur de leeftijden afzonderlijk weergegeven.

Voor de gedragselementen waarbij er sprake is van een significant behandelingseffect is vervolgens een paarsgewijze vergelijking van de behandelingen uitgevoerd, om te bepalen welke behandelingen van elkaar verschillen. De resultaten daarvan staan weergegeven in tabel 4.

Tabel 4 Schematische weergave van significante verschillen tussen afzonderlijke behandelingen voor de gedragselementen waarvoor een behandelingseffect was gevonden. Binnen een rij geven verschillende letters aan dat er significante verschillen zijn tussen die behandelingen ($P < 0.05$).

Fractie dieren	Leeftijd	Bezettingsdichtheid (kuikens/m ²)						
		20	30	40	50	60	70	80
Staan	7	A	AB	A	AB	AB	AB	B
	14	A	A	B	B	B	B	B
	21	A	B	B	B			
Rennen	7	A	B	A	A	A	A	A
	14	A	AB	AB	AB	AB	B	B
	21	A	AB	B	C			
Scharrelen	7	A	B	AD	C	C	AD	AD
	14	AB	A	B	ABC	AB	C	C
	21	A	AB	B	A			
Zitten/liggen	7	AB	A	AB	AB	A	B	AB
	14	ABC	B	ABCD	C	ABCDE	DC	EC
	21	A	AB	B	B			
Zitten/pikken	7	A	A	A	A	A	A	A
	14	AC	A	A	A	AC	BC	C
	21	A	A	AB	B			
Agressief gedrag	7	A	A	A	A	A	A	A
	14	AC	B	C	C	C	C	C
	21	A	A	A	A			

Uit de tabellen en de grafieken blijkt dat het aantal dieren per hok dat staat of zit of ligt toeneemt met een toenemende bezettingsdichtheid. Het aantal dieren dat gedragingen uitvoert die ruimte vragen, zoals rennen, scharrelen, zitten en tegelijkertijd pikken neemt juist af met toenemende bezettingsdichtheid. Elementen van agressief gedrag komen vooral voor op twee weken leeftijd, en dan is er ook te zien dat er minder dieren agressief gedrag uitvoeren met toenemende bezettingsdichtheid. Ook voor de gedragselementen waar we geen significante behandelingseffecten vonden zien we in de grafieken dezelfde trends als hierboven beschreven: gedragingen die ruimte vragen worden door minder dieren uitgevoerd bij een hogere bezettingsdichtheid. Een voorbeeld hiervan zijn comfortgedrag en stofbaden. Soms is dat effect het meest zichtbaar op 21 dagen leeftijd. Een voorbeeld daarvan is het aantal dieren dat loopt, waarbij met name op 21 dagen leeftijd een duidelijke relatie zichtbaar is tussen de bezetting en het aantal dieren dat loopt. Een samenvatting van de resultaten wordt weergegeven in tabel 5.

Tabel 5 Samenvatting van de resultaten van de waarnemingen van de fractie van het aantal dieren dat een bepaald gedrag uitvoert. Voor iedere afzonderlijke leeftijd wordt aangegeven of en zo ja vanaf welke bezettingsdichtheid er een duidelijk zichtbare verandering is in het gedrag en of dit een toename betreft (meer dieren vertonen dit gedrag) of een afname (minder dieren vertonen dit gedrag).

Gedrag (fractie van het aantal dieren)	Afwijking ten opzichte van positieve controle (D20)		
	7 dagen	14 dagen	21 dagen
Eten		Geen effect	
Drinken		Geen effect	
Staan	D80 (toename)	D40 (toename)	D30 (toename)
Lopen		Geen effect	D30 (afname)
Rennen	Geen effect	D70 (afname)	D40 (afname)
Scharrelen	D50 (afname)	D40 (afname)	D40 (afname)
Zitten/liggen	D70 (toename)	D60 (toename)	D40 (toename)
Zitten/pikken	Geen effect	D70 (afname)	D50 (afname)
Comfortgedrag	Geen effect	D50 (afname)	D40 (afname)
Stofbaden	Geen effect	D40 (afname)	D50 (afname)
Agressief gedrag	Geen effect	D30 (afname)	Geen effect
Verenpikken		Geen effect	
Overig gedrag		Geen effect	

3.1.2 Focal animal sampling (duur van het gedrag)

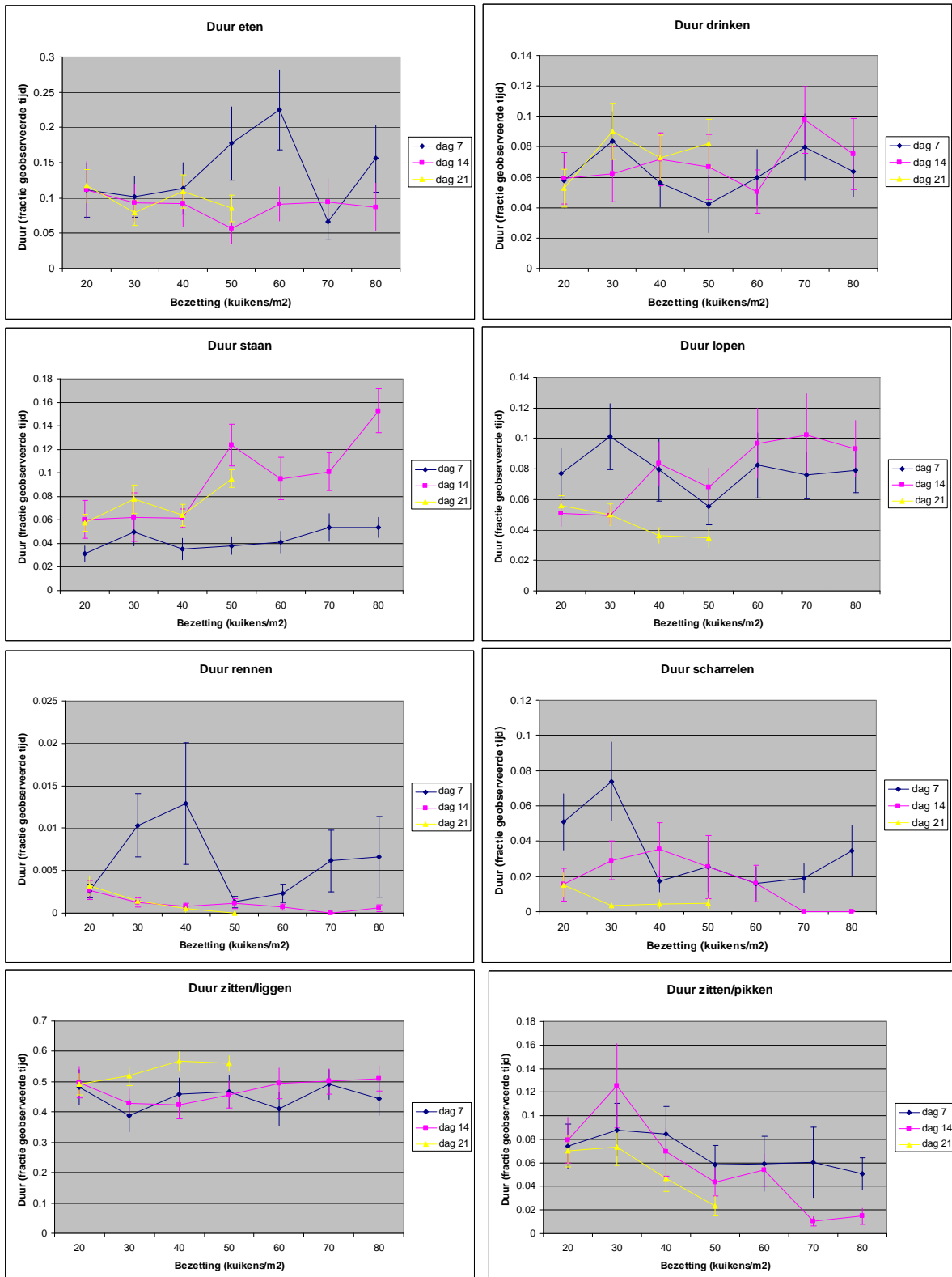
Allereerst is er een analyse per gedragscategorie uitgevoerd, waarin de effecten van de bezetting, leeftijd, waarnemer en de interactie tussen leeftijd en bezetting zijn meegenomen. Tabel 6 geeft voor iedere gedragscategorie aan of er sprake is van een effect van leeftijd, waarnemer, bezettingsdichtheid of een interactie tussen leeftijd en bezettingsdichtheid. Ook bij de focal animal sampling methode zien we een significant waarnemerseffect voor de meeste gedragselementen.

Tabel 6 Resultaten van de statistische analyse van de duur van het gedrag; n.s. betekent geen significant effect. $P < 0.05$ is een significant effect; $P < 0.10$ geeft een trend aan.

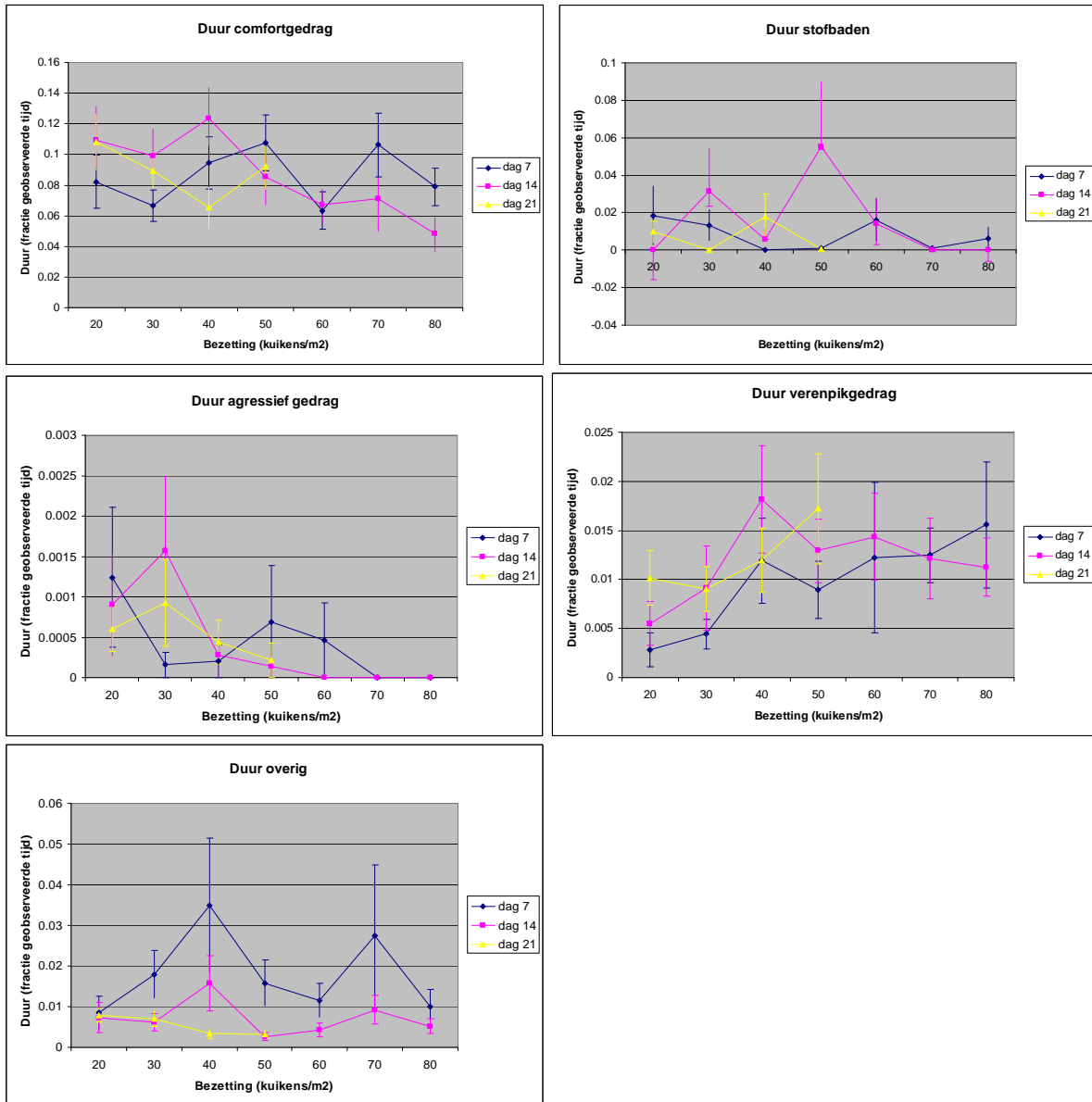
Gedrag	Effect bezettingsdichtheid	Effect waarnemer	Effect leeftijd	Interactie leeftijd x bezettingsdichtheid
Eten	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Drinken	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Staan	$P < 0.001$	$P < 0.001$	n.s.	$P < 0.10$
Lopen	n.s.	$P < 0.01$	$P < 0.001$	n.s.
Rennen	n.s.	n.s.	n.s.	$P < 0.05$
Scharrelen	$P < 0.01$	$P < 0.001$	$P < 0.10$	$P < 0.05$
Zitten/liggen	n.s.	$P < 0.01$	$P < 0.10$	n.s.
Zitten/pikken	$P < 0.001$	$P < 0.01$	n.s.	n.s.
Comfortgedrag	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Stofbaden	n.s.	n.s.	n.s.	$P < 0.05$
Agressief gedrag	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Verenpikken	n.s.	$P < 0.001$	n.s.	n.s.
Overig gedrag	n.s.	$P < 0.001$	$P < 0.10$	n.s.

In figuur 2 staat voor iedere afzonderlijk gedragselement de relatie tussen de bezettingsdichtheid en de gemiddelde duur van het gedrag weergegeven. Een significant leeftijdseffect werd gevonden voor de duur van lopen die afneemt met de leeftijd. Een tendens voor een leeftijdseffect werd gevonden voor scharrelen (afname met leeftijd), zitten of liggen (toename met leeftijd) en overig gedrag (afname met leeftijd).

Een significante interactie tussen behandeling en leeftijd geeft aan dat het behandelingseffect verandert met de leeftijd. Dit werd gevonden voor rennen, een gedrag dat kort duurt op 14 en 21 dagen leeftijd en op deze leeftijden een afname van de duur laat zien met toenemende bezetting. Ook voor scharrelen werd een interactie tussen behandeling en leeftijd gevonden, waarbij de afname in duur van het gedrag groter is bij oudere kuikens. Bij stofbaden kan deze interactie mogelijk verklaard worden door de afname in duur van het gedrag op dag 14 maar niet op de andere leeftijden. Voor staan is er een trend voor een interactie tussen behandeling en leeftijd: de grootste toename in duur van staan is te zien op 14 dagen leeftijd.



Figuur 2 Voor toelichting zie pagina 14.



Figuur 2 De relatie tussen de bezettingsdichtheid van de kuikens en gemiddelde duur van het gedrag van de kuikens, weergegeven voor de afzonderlijke gedragselementen met per figuur de leeftijden afzonderlijk weergegeven.

Voor de gedragselementen waarbij er sprake is van een significant behandelingseffect is vervolgens een paarsgewijze vergelijking van de behandelingen uitgevoerd, om te bepalen welke behandelingen van elkaar verschillen. De resultaten daarvan staan weergegeven in tabel 7.

Tabel 7 Schematische weergave van significante verschillen tussen afzonderlijke behandelingen voor de gedragselementen waarvoor een behandelingseffect was gevonden. Binnen een rij geven verschillende letters in een cel aan dat er significante verschillen zijn tussen die behandelingen ($P < 0.05$).

Duur gedrag	Leeftijd	Bezettingsdichtheid (kuikens/m ²)						
		20	30	40	50	60	70	80
Staan	7	A	A	A	A	A	A	A
	14	A	A	AB	BC	B	B	C
	21	A	BC	C	B			
Scharrelen	7	A	B	C	C	C	C	A
	14	AB	A	A	AB	AB	B	B
	21	A	A	A	A			
Zitten/pikken	7	A	A	A	A	A	A	A
	14	A	B	AB	AC	A	C	C
	21	A	B	AB	B			

Uit de figuur en de tabellen blijkt dat de bezettingsdichtheid van de kuikens maar bij een paar gedragselementen echt een duidelijk effect heeft op de duur van het gedrag dat wordt uitgevoerd. Voor staan geldt dat voor alle leeftijden, maar vooral op 14 dagen, dat de duur van staan toeneemt naarmate de bezetting hoger wordt. Voor zitten en tegelijkertijd pikken, een gedrag waarbij ruimte nodig is, zien we dat de duur van dit gedrag afneemt met de bezetting en dan met name op 14 en 21 dagen leeftijd. Voor scharrelen, ook een gedrag dat ruimte nodig heeft, zien we dat er juist op 7 en 14 dagen een effect van bezetting is. Bij de hogere bezettingen komt minder scharrelen voor. Opvallend is dat het gedrag zelfs bijna afwezig is op 14 dagen leeftijd bij de D70 en D80 groepen.

In deze proef beschrijven we de effecten van het vergroten van de bezettingsdichtheid van jonge vleeskuikens ten opzichte van de positieve controle: 20 kuikens per m². Soms is er echter een andere trend zichtbaar, zoals bijvoorbeeld een toename van de duur tussen D20 en D30, en vervolgens een duidelijke afname (bijvoorbeeld scharrelen op dag 7). Wanneer we dan naar de figuur kijken dan komt er wel een duidelijke trend naar voren, d.w.z. een afname van de duur bij D40 en hogere bezettingen. In tabel 8 geven we aan vanaf welke bezetting we een duidelijk verschil zien met de positieve controle of wanneer er een duidelijke trend waarneembaar is.

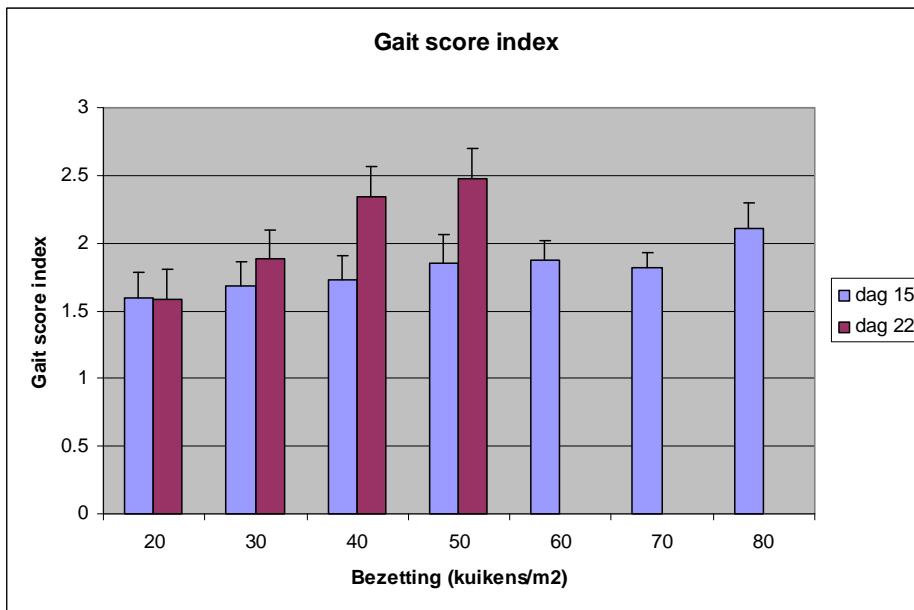
Tabel 8 Samenvatting van de resultaten van de waarnemingen van de duur van de afzonderlijke gedragingen. Voor iedere afzonderlijke leeftijd wordt aangegeven of en zo ja bij welke bezettingsdichtheid er een duidelijk zichtbare verandering is in het gedrag.

Gedrag (duur)	Afwijking ten opzichte van positieve controle (D20) of duidelijk zichtbare trend bij		
	7 dagen	14 dagen	21 dagen
Eten		Geen effect	
Drinken		Geen effect	
Staan	Geen effect	D50 (toename)	D30 (toename)
Lopen		Geen effect	
Rennen	Geen effect	D70 (afname)	D40 (afname)
Scharrelen	D40 (afname)	D70 (afname)	Geen effect
Zitten/liggen		Geen effect	
Zitten/pikken	Geen effect	D70 (afname)	D50 (afname)
Comfortgedrag		Geen effect	
Stofbaden		Geen effect	
Agressief gedrag		Geen effect	
Verenpikken		Geen effect	
Overig gedrag		Geen effect	

3.2 Gait score

In figuur 3 staat de gait score index weergegeven voor de verschillende bezettingsdichtheden. Er is een significant behandelingseffect gevonden ($P < 0.001$) en een tendens voor een interactie tussen leeftijd en behandeling ($P < 0.10$).

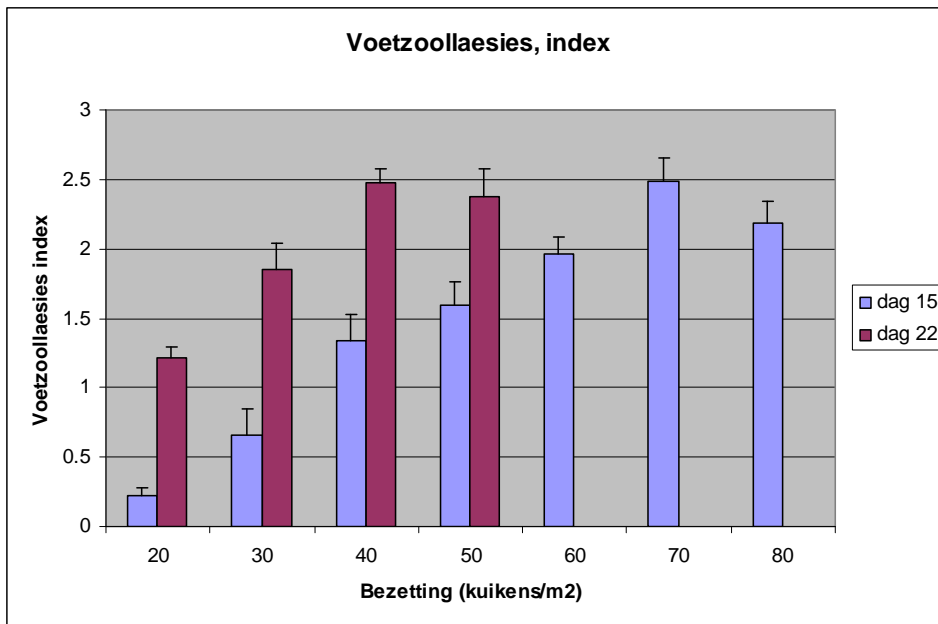
Paarsgewijze vergelijking tussen de verschillende bezettingsdichtheden liet zien dat op dag 15 de index score van D80 significant hoger was dan die van D20, D30 en D40 ($P < 0.05$). Op dag 22 was de index score van D40 en D50 significant hoger dan die van D20 en D30 ($P < 0.05$). Dus, op 15 dagen kunnen de kuikens bij de hoogste bezetting zich al significant slechter voortbewegen dan de kuikens op een bezetting van 20 tot 40 kuikens/m². Op dag 22 is het verschil tussen de behandelingsgroepen toegenomen en kunnen de kuikens op een bezetting van 40 en 50 kuikens/m² zich significant slechter voortbewegen dan de kuikens op 20 en 30 kuikens/m².



Figuur 3 Gait score index weergegeven voor de verschillende bezettingsdichtheden op dag 15 en dag 22. Hoe hoger de gait score index, des te minder goed de kuikens zich kunnen voortbewegen.

3.3 Voetzoollaesies

Figuur 4 laat zien dat bij toenemende bezetting van de kuikens er zowel op dag 15 als op dag 22 sprake is van toenemende ernst van voetzoollaesies. Bovendien is de index score hoger op dag 22 vergeleken met dag 15, wat aangeeft dat voetzoollaesies op dag 22 ernstiger zijn dan op dag 15. Er is een significant effect gevonden van behandeling ($P < 0.001$) en leeftijd ($P < 0.001$). Paarsgewijze vergelijking van de behandelingen liet zien dat op dag 15 D20 en D30 significant lager scoorden dan de andere behandelingen ($P < 0.05$), dat D40 en D50 niet van elkaar verschiden maar wel significant verschiden van de andere behandelingen ($P < 0.05$) en dat D70 en D80 ook niet van elkaar verschiden maar wel van de andere behandelingen ($P < 0.05$). Op dag 22 werd gevonden dat D40 en D50 niet ten opzichte van elkaar verschiden, maar wel een significant hogere index score hadden dan D20 en D30.

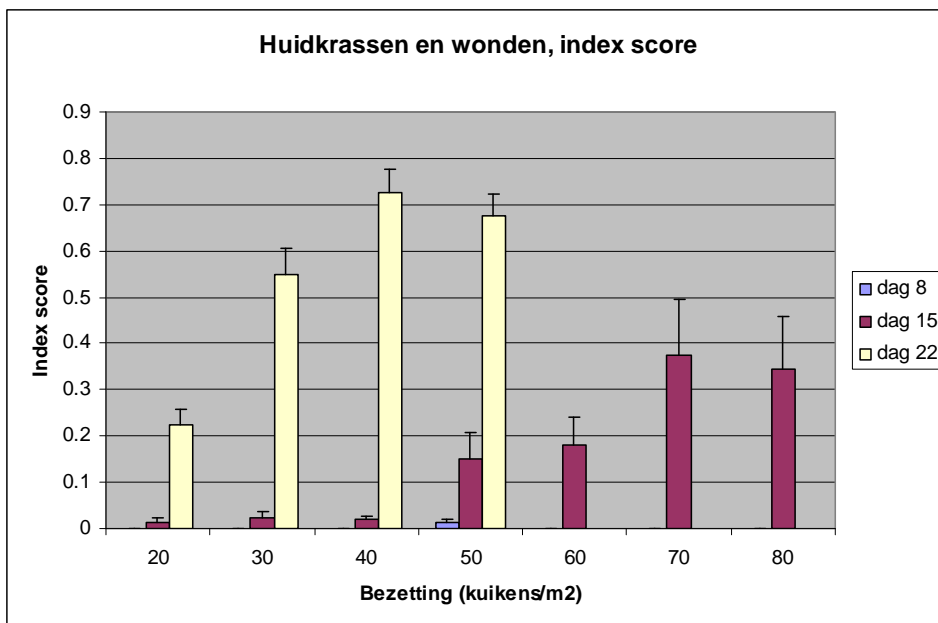


Figuur 4 Voetzoollaesies index score weergegeven voor de verschillende bezettingsdichtheden op dag 15 en dag 22. Hoe hoger de index score, des te ernstiger de laesies.

3.4 Beschadigingen

Op dag 8, 15 en 22 is bepaald of de kuikens huidkrassen en/of wonden hadden. Figuur 5 geeft de index score weer voor de verschillende behandelingen op deze leeftijden. Een hogere index betekent dat er sprake is van meer krassen en/of wonden. Wonden en krassen werden nauwelijks op dag 8 waargenomen, wat ook blijkt uit Figuur 5. Uit de figuur blijkt duidelijk dat er met een toenemende bezetting op dag 15 en 22 sprake is van meer krassen en wonden, en dat er op dag 22 meer krassen en wonden voorkwamen dan op dag 15.

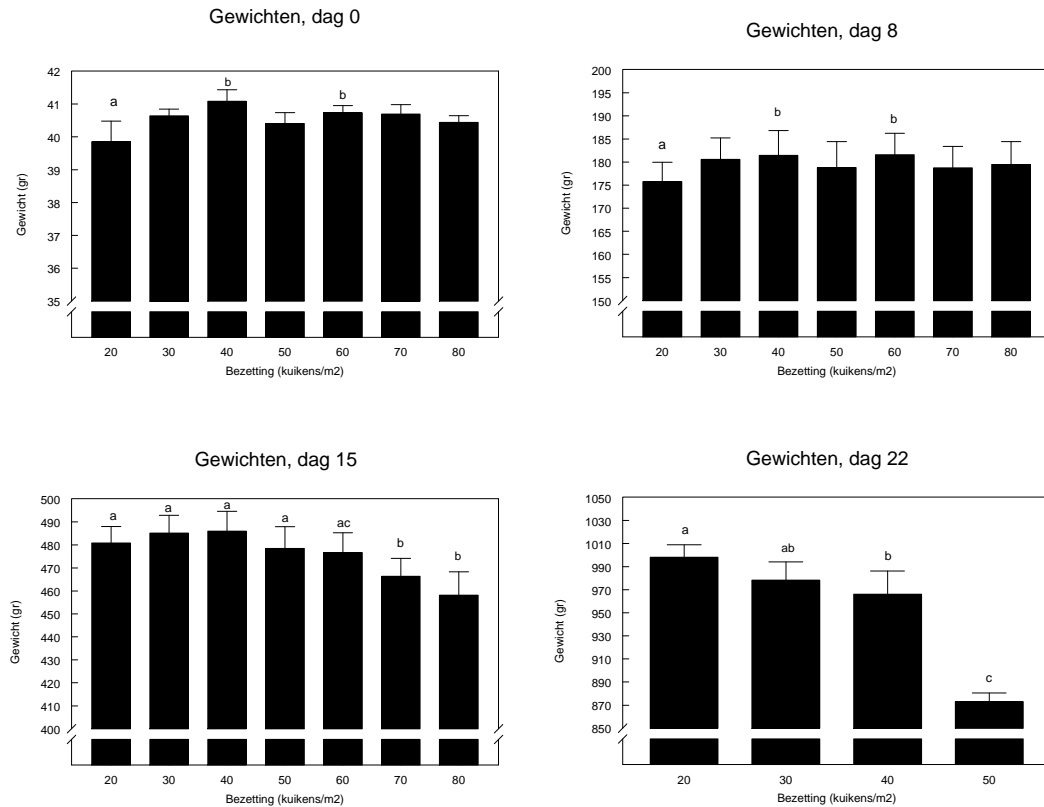
Uit de analyse bleek dat er een significant effect was van behandeling ($P < 0.001$), leeftijd ($P < 0.01$) en een interactie tussen behandeling en leeftijd ($P < 0.001$). Op dag 15 is de index score significant hoger voor D50, D60, D70 en D80 in vergelijking met D20, D30 en D40 ($P < 0.05$). Bovendien is de score significant hoger voor D70 dan voor D50 ($P < 0.05$) maar verschillen de scores van D60, D70 en D80 niet van elkaar en verschilt de score voor D50 niet van die voor D70 en D80. Op dag 22 is de index score voor D30, D40 en D50 significant hoger dan die van D20 ($P < 0.05$) en de index score van D40 significant hoger dan die van D30 ($P < 0.05$).



Figuur 5 Index score voor huidkrassen en wonden weergegeven voor de verschillende bezettingsdichtheden op dag 8, 15 en 22. Hoe hoger de index score, des te meer krassen en wonden er zichtbaar waren.

3.5 Wegingen

Voor de diergewichten zijn er significante effecten gevonden voor leeftijd ($P < 0.001$), behandeling ($P < 0.001$) en de interactie tussen leeftijd en behandeling ($P < 0.001$). Figuur 6 geeft de gewichten weer in afzonderlijke grafieken per leeftijd. Vervolgens zijn binnen de leeftijden de behandelingen nog met elkaar vergeleken. Daar waar er significante verschillen zijn wordt dat weergegeven in de figuren. Op dag 0 bij het plaatsen van de kuikens in de stal zijn er al verschillen in kuikengewicht, wat wordt veroorzaakt door gemiddeld lichte kuikens in de D20 groep en relatief zware kuikens in de D40 en D60 groep. Deze gewichtsverschillen zijn ook nog zichtbaar op dag 8. Op dag 15 en dag 22 wordt echter een ander patroon zichtbaar. Deze grafieken laten zien dat met een toenemende bezettingsgraad vanaf D50 het kuikengewicht significant afneemt.



Figuur 6 Diergewichten op dag 0, 8, 15 en 22. Verschillende letters in de figuur geven significante verschillen aan tussen de behandelingsgroepen ($P < 0.05$).

3.6 Uitval

De gemiddelde uitvalscores voor de behandelingen staan weergegeven in tabel 9. Tussen dag 0 en dag 15 is de uitval het laagst voor de hoogste bezettingsdichtheden. De hoogste uitval vindt plaats in de eerste levensweek. Tussen dag 15 en dag 22 verandert het patroon en lijkt de uitval juist het hoogst te zijn voor de hoogste bezettingsdichtheid, maar waren de verschillen tussen de behandelingen niet significant.

Tabel 9 Gemiddelde uitval \pm sem per behandeling tussen dag 0 en dag 15, en tussen dag 15 en dag 22. Verschillende letters binnen een kolom geven significante behandelingsverschillen aan ($P < 0.05$).

Behandeling	Gemiddelde uitval dag 0 – 15 (%)	Gemiddelde uitval dag 15 – 22 (%)
D20	2.30 \pm 0.38 ^{ab}	0.65 \pm 0.22
D30	2.52 \pm 0.73 ^a	0.66 \pm 0.32
D40	2.49 \pm 0.58 ^a	0.55 \pm 0.15
D50	2.54 \pm 0.58 ^a	1.06 \pm 0.50
D60	2.52 \pm 0.48 ^a	-
D70	1.96 \pm 0.44 ^{ab}	-
D80	1.54 \pm 0.36 ^b	-

In tabel 10 staan de resultaten van de bepalingen van de gewichten, uitval, voetzollaesies, gait score en beschadigingen samengevat.

Tabel 10 Samenvatting van de resultaten van de bepalingen van de gewichten, uitval, voetzollaesies, gait score en beschadigingen (- niet bepaald)

	Afwijking ten opzichte van positieve controle (D20)		
	8 dagen	15 dagen	22 dagen
Gait score	-	D80 (toename score)	D40 (toename score)
Voetzollaesies	-	D40 (toename score)	D40 (toename score)
Beschadigingen	Geen effect	D50 (toename)	D30 (toename)
Diergewichten	Geen effect	D70 (afname)	D40 (afname)
Uitval	-	D80 (afname)	D50 (toename)

4 Discussie

Het doel van deze proef was om te bepalen in welke mate het gedrag van jonge vleeskuikens tot 14 of 21 dagen leeftijd wordt beïnvloed door de bezettingsdichtheid van de kuikens, en vanaf welke bezettingsdichtheid er negatieve effecten optreden zoals beperking van beweging of beperking van strooisel gericht gedrag. Bij dit onderzoek was het uitgangspunt dat de behandeling van 20 kuikens per vierkante meter de 'positieve controlegroep' vormde, en dat afwijkingen ten opzichte van deze behandelingsgroep worden beschreven. Hieronder worden achtereenvolgens de effecten van de bezettingsdichtheid op het gedrag en de andere gemeten parameters besproken.

4.1 Gedrag

Bij de gedragswaarnemingen is gebruik gemaakt van twee verschillende waarnemingsmethoden: het tellen van het aantal dieren dat een bepaald gedrag uitvoert, en het vaststellen van de duur van gedragingen. Hiermee hebben we vastgelegd of: a) bepaalde gedragingen wellicht meer of minder voorkomen wanneer de bezetting per vierkante meter hoger wordt, en, b) wanneer ze voorkomen, of dan de duur van het gedrag ook verandert naarmate de bezetting hoger wordt.

Onderzoek aan vleeskuikens van drie weken of ouder liet zien dat naarmate de bezettingsdichtheid toeneemt (meer dan 15 kuikens/m²), er een beperking is van de beweging en van strooisel gericht gedrag zoals scharrelen. Daarnaast is er meer verstoring van rustgedrag (zie Scientific Committee for Animal Health and Animal Welfare, 2000 voor een overzicht). Op basis hiervan verwachtten wij dat ook bij jonge vleeskuikens er bij een hogere bezetting minder kuikens liepen, scharrelden, een stofbad namen of renden en dat er meer kuikens stonden of zaten. Daarnaast was de verwachting dat wellicht ook de duur van gedragingen zoals stofbaden of scharrelen bij een hoge bezetting korter was.

De resultaten van deze proef kwamen in grote lijnen overeen met wat ook gevonden was bij oudere kuikens (Blokhuis and Van der Haar, 1990; Martrenchar et al., 1997; Hall, 2001; Arnould and Faure, 2003; Buijs et al., 2009). Bij een toenemende bezetting waren er meer kuikens die stonden, zaten of lagen en minder kuikens die actief waren met gedragingen die ruimte vragen zoals scharrelen, rennen, comfort gedrag, zittend bodempikken en stofbaden. Echter, de duur van het gedrag werd minder gauw beïnvloed door de bezettingsdichtheid. Het kan dus wel zo zijn dat ze vaker werden gestoord in hun gedrag, maar dan opnieuw het gedrag hervatten om het volledige gedragsrepertoire af te maken (bijvoorbeeld bij poetsen). Het kan ook zijn dat een gedrag altijd maar kort duurt (bijvoorbeeld agressief gedrag) en daardoor de kans op verstoring door andere kuikens kleiner is. Voor drie gedrags-elementen zagen we wel duidelijk dat de tijdsduur werd beïnvloed door de bezettingsdichtheid: scharrelen, zitten en tegelijkertijd bodempikken, en staan. Bij vleeskuikens ouder dan drie weken werd ook de duur van liggen en comfortgedrag nog beïnvloed door de bezetting (Blokhuis and Van der Haar, 1990; Hall, 2001) maar dat hebben we bij jonge kuikens niet gevonden.

Naarmate de kuikens ouder worden, wordt de fysieke ruimte kleiner en was de verwachting dat de bezetting een toenemend effect zou hebben op het aantal dieren dat een bepaald gedrag uitvoerde. Dat werd in grote lijnen bevestigd door de resultaten. Op 14 dagen leeftijd is er voor meer gedrags-elementen een significant effect gevonden van de bezettingsdichtheid op het gedrag dan op 7 dagen leeftijd. Toch was op 7 dagen leeftijd meestal al dezelfde trend waarneembaar als op 14 en 21 dagen leeftijd, en soms werd er ook al een significant behandelingseffect gevonden. Bijvoorbeeld vanaf 50 kuikens/m² op 7 dagen leeftijd waren er al significant minder kuikens aan het scharrelen.

Daarnaast bleek uit de vergelijking van de verschillende leeftijden dat er soms een duidelijk leeftijdseffect was voor zowel het aantal dieren dat een bepaald gedrag uitvoerde als de tijd die werd besteed aan een bepaald gedrag. Rennen komt veel minder voor bij kuikens van drie weken leeftijd en de tijd besteed daaraan was ook het hoogst op 7 dagen leeftijd. Vleeskuikens gaan minder bewegen als ze ouder worden, wat wordt veroorzaakt doordat ze minder goed kunnen lopen door hun hogere lichaamsgewicht en pootproblemen, en niet door verminderde motivatie om te bewegen (Newberry and Hall, 1990; Weeks et al., 2000). Ook bij lopen en scharrelen zagen we dit leeftijdseffect. Agressief gedrag onderscheidt zich van de andere gedrags-elementen doordat het vooral zichtbaar is in de fase waarin de ontwikkeling van het gedrag plaatsvindt (tweede levensweek) (Kruijt, 1964).

Scharrelen is een gedrag dat bij kippen onder natuurlijke omstandigheden gedurende een groot deel van de lichtperiode wordt uitgevoerd, tot wel 60% van de tijd (Dawkins, 1989). Ook gedomesticeerde

kippen die in principe voldoende worden gevoerd besteden een groot deel van de lichtperiode aan scharrelgedrag (Kruijt, 1964; Dawkins, 1989). Experimenten gericht op het bepalen van de motivatie om een bepaald gedrag uit te kunnen voeren hebben laten zien dat kippen zeer gemotiveerd zijn om scharrelgedrag uit te voeren (bijvoorbeeld Matthews et al., 1995). In deze proef zagen we dat de duur van scharrelen en het aantal kuikens dat scharrelde afnam tot (bijna) nul bij de hoogste bezettingen op 14 en 21 dagen leeftijd. Wanneer de tijd besteed aan scharrelen en het aantal kuikens dat scharrelt drastisch afneemt bij een hoge bezetting is dat dus een signaal dat een kuiken ernstig wordt gehinderd in de uitvoering van een essentieel gedrag. Bij de kuikens van drie weken leeftijd, maar nog niet op 7 en 14 dagen, kan mee spelen dat ze door pootproblemen al worden gehinderd in hun scharrelgedrag (Weeks et al., 2000).

De bezettingsdichtheid bleek geen effect te hebben op het aantal kuikens dat aan de voerbak of de rondrinker stond, of de tijd die werd besteed aan eten of drinken. Dat komt overeen met onderzoek aan oudere vleeskuikens waaruit bleek dat wanneer de voer- en drinkruimte per dier gelijk blijft, de bezetting geen effect heeft op het aantal dieren dat eet of drinkt of de tijd besteed aan dit gedrag (Blokhuys and Van der Haar, 1990; Hall, 2001). Toch werd er een effect gevonden van de bezetting op het lichaamsgewicht, met name op dag 22. Mogelijk is er tijdens het eten toch meer verstoring waardoor de daadwerkelijke opname van voer minder is bij een hogere bezetting. Een andere mogelijke verklaring is dat de stress bij de hoge bezetting een negatief effect heeft op de groei.

Zitgedrag kan worden onderscheiden tussen zitten en verder geen andere activiteit uitvoeren (rusten, met ogen open of gesloten) en zitten terwijl het kuiken bezig is met bodempikken. Opvallend was dat zitten en tegelijkertijd bodempikken ook duidelijk werd beïnvloed door de bezettingsdichtheid van de kuikens. Bij een hogere bezettingsdichtheid zijn er minder kuikens die dit gedrag uitvoeren. Dit gedrag vraagt duidelijk minder ruimte dan lopen, scharrelen of stofbaden, maar toch werd bij een hoge bezetting de ruimte toch beperkend voor het uitvoeren van dit gedrag.

Bij zitten en liggen viel op dat de duur van het gedrag maar in geringe mate werd beïnvloed door de bezetting en dat de tijd besteed aan dit gedrag ongeveer gelijk was op alle leeftijden. Het aantal kuikens dat zat of lag werd wel beïnvloed door de bezetting, maar vooral op 21 dagen leeftijd. Op 7 en 14 dagen leeftijd gingen de kuikens met toenemende bezetting meer staan maar niet meer zitten. Ook hier speelt waarschijnlijk een rol dat de zwaardere kuikens op 21 dagen leeftijd door pootproblemen minder goed in staat zijn om te staan en daardoor eerder gaan zitten (Weeks et al., 2000).

4.2 Overige gemeten parameters

De gait score geeft aan in welke mate het kuiken in staat is om zich voort te bewegen (Kestin et al., 1992). Het is bekend dat kuikens die meer bewegen een lagere gait score hebben (bijvoorbeeld Bizeray et al., 2002). De gedragswaarnemingen lieten zien dat er bij een hoge bezetting sprake was van minder activiteit. De gait score index van de D80 groep op 15 dagen leeftijd was significant hoger dan die van de laagste bezettingen (D20, D30 en D40). Ook op 22 dagen leeftijd konden kuikens bij de hoogste bezettingen (D40 en D50) zich moeilijker voortbewegen dan de kuikens in groepen D20 en D30. Dus, de verminderde activiteit van de kuikens bij de hoogste bezettingen in deze proef had tot gevolg dat deze kuikens zich minder goed konden voortbewegen.

Bij een hoge bezettingsdichtheid gaat de strooiselkwaliteit sneller achteruit. Daarom werd er bijgestrooid wanneer het strooisel nat en plakkerig was. Toch zagen we dat er meer voetzollaesies voorkwamen bij een hogere bezetting, zowel op 15 als 22 dagen leeftijd. Enerzijds kan dat worden veroorzaakt doordat het bijstrooien onvoldoende effectief was. Anderzijds, wanneer kuikens meer staan, wat het geval was bij de hoge bezettingsdichtheden, is er door het grotere contact tussen voetzolen en strooisel meer kans op het ontstaan van voetzollaesies (Berg, 2004).

De verwachting was dat wanneer kuikens dichter op elkaar zitten, er een grotere kans is dat ze elkaar beschadigen of zelfs verwonden. Bijvoorbeeld doordat kuikens tegen elkaar botsen of doordat ze over elkaar moeten klimmen om voer of water te bereiken. De data uit deze proef bevestigen deze hypothese.

De uitvalscijfers gaven een ander beeld dan de overige gemeten parameters. De uitval gedurende de eerste twee weken was het laagst voor de hoogste bezettingsdichtheden (D70 en D80), terwijl tussen 15 en 22 dagen de uitval het hoogst was voor de D50 groepen. Jonge kuikens zijn poikilotherm tot 5-7 dagen leeftijd (Rogers, 1995), wat betekent dat ze voor hun lichaamstemperatuur afhankelijk zijn van

de omgeving. De lagere uitval in de eerste twee weken zou verklaard kunnen worden doordat de kuikens bij de hoogste bezettingen minder warmteverlies hadden in de eerste week omdat ze dicht op elkaar zaten, waardoor het risico op sterfte lager was. Na een week kunnen kuikentjes zelf in hun warmte voorzien, en zullen kuikens die fysiek in slechtere conditie waren eerder het risico hebben om uit te vallen bij de hoogste bezetting, omdat ze daar minder kans hadden om voer en water op te nemen.

4.3 Waar ligt de grens?

Bij de afweging welke bezettingsdichtheid uit oogpunt van dierenwelzijn nog acceptabel is, spelen een aantal afwegingen een rol. Ten eerste wordt om het welzijn te meten meestal uitgegaan van een set aan parameters, waar gedrag een onderdeel van vormt (Buijs et al., 2009), Welfare Quality[®]). Het doel van dit onderzoek was om te bestuderen in welke mate het gedrag wordt beïnvloed door de bezettingsdichtheid, en we hebben daarom niet een complete 'set' van parameters gemeten. We geven hieronder aan wanneer de bezetting het gedrag van de kuikens gaat beïnvloeden ten opzichte van de positieve controle van 20 kuikens/m². Vervolgens kijken we of dat overeenstemt met wat gevonden is voor de overige parameters en geven we aan of het welzijn van de kuikens mogelijk in het geding is op basis van de hier gemeten parameters.

Gedrag kunnen we onderverdelen in verschillende categorieën. Eten en drinken zijn essentiële gedragingen die noodzakelijk zijn om te groeien en te overleven en waar een dier prioriteit aan zal geven wanneer het keuzes zal moeten maken. In dit onderzoek hebben we de eet- en drinkruimte per kuiken gelijk gehouden, zodat ieder kuiken in principe genoeg mogelijkheden had om water en voer op te nemen. Uit de gedragswaarnemingen bleek dat zowel het aantal kuikens dat eet of drinkt en de duur van eten en drinken niet significant beïnvloed werd door de bezettingsdichtheid. Wel bleek er een significant effect te zijn op de diergewichten. Ook uit onderzoek aan oudere vleeskuikens is gebleken dat de bezettingsdichtheid geen effect heeft op eet- en drinkgedrag, mits de eet- en drinkruimte per kuiken gelijk wordt gehouden (Blokhuis and Van der Haar, 1990; Hall, 2001).

Op 7 dagen leeftijd zien we een aantal significante veranderingen in het gedrag, met name voor scharrelen. Zowel de duur van scharrelgedrag, als het aantal dieren dat scharrelt neemt af en dat effect is al zichtbaar bij 40-50 kuikens/m². Nemen we ook de andere gemeten parameters mee (diergewichten, beschadigingen), dan zien we op 7 dagen leeftijd (nog) geen effect. Op de kuikenuitval heeft de hoogste bezetting zelfs een positief effect. Dus, het effect van de bezetting op het welzijn van kuikens tot 7 dagen leeftijd lijkt gering te zijn.

Op 14 dagen leeftijd zien we dat de bezettingsdichtheid meer effect heeft op het gedrag dan op 7 dagen leeftijd. Wanneer naar alle gedragselementen gezamenlijk wordt gekeken, lijkt het erop dat bij 40 kuikens/m² het gedragsrepertoire verschuift naar meer inactief gedrag (zitten en liggen, en staan). Leggen we daar de andere parameters naast, dan zien we dat er vanaf 50 kuikens/m² ook meer krassen en wonden worden waargenomen, dat bij 40 kuikens/m² en meer er sprake is van meer voetzoollaesies, en bij de hoogste bezettingen ook van een lager gewicht en een slechtere gait score. Alleen de sterfte springt er bij de hoogste bezetting nog gunstig uit. De resultaten wijzen erop dat op 14 dagen leeftijd er bij een bezetting van 40 kuikens/m² en hoger sprake is van verminderd welzijn.

Op 21 dagen leeftijd zien we vanaf 30 kuikens/m² een verschuiving optreden naar meer inactief gedrag. Sommige gedragingen zijn bij de hoogste bezettingen nauwelijks nog waarneembaar, zoals scharrelen, stofbaden, agressief gedrag en rennen. Daarbij is gait score ook significant slechter bij een bezetting vanaf 40 kuikens/m², zijn er meer voetzoollaesies een bezetting vanaf 40 kuikens/m², zijn er vanaf 30 kuikens/m² meer huidkrassen en wonden waargenomen en zagen we een significante afname in gewicht bij 40 kuikens/m² en meer. Deze resultaten wijzen erop dat op 21 dagen leeftijd vanaf een bezetting van 30 kuikens/m² er sprake is van verminderd welzijn.

Hoe verhouden de resultaten gevonden in deze proef zich tot het effect van bezettingsdichtheid op het gedrag van kuikens die worden gehouden met enkele duizenden per groep? Bekend is dat vleeskuikens, zeker wat een aantal gedragingen betreft (zoals zitten, liggen, comfortgedrag) zich clusteren (Febrer et al., 2006) en dat in een grote stal de relatieve vrije ruimte daardoor groter is dan in kleine hokken. Enerzijds biedt deze clustering op sommige plaatsen in de stal relatief meer ruimte om bijvoorbeeld scharrelgedrag uit te voeren, anderzijds zal clustering van grote groepen dieren leiden tot meer verstoring in de groep. Juist ook bij commerciële groepsgroottes is bij oudere kuikens aangetoond dat een verhoging van de bezetting leidt tot meer verstoring van rustgedrag en het minder

vertonen van gedragingen die ruimte vragen, zoals scharrelen (Martrenchar et al., 1997; Hall, 2001). Dat wijst in dezelfde richting als de data van de hier beschreven proef die zijn gevonden in kleinere groepen/hokken.

4.4 Conclusies

De resultaten van dit onderzoek geven aan dat bij een bezetting vanaf 40 kuikens/m² op 14 dagen leeftijd er sprake is van verminderd welzijn. Op 21 dagen leeftijd is er bij een bezetting vanaf 30 kuikens/m² sprake van verminderd welzijn. Hiermee dient rekening worden gehouden bij het ontwerpen van nieuwe huisvestingsystemen voor vleeskuikens die uitgaan van een hogere dierbezetting dan gebruikelijk gedurende de eerste twee tot drie levensweken.

Literatuur

- Arnould, C. and J. M. Faure (2003). Use of pen space and activity of broiler chickens reared at two different densities. *Applied Animal Behaviour Science* 84: 281-296.
- Berg, C. (2004). Pododermatitis and hock burn in broiler chickens. In: *Measuring and auditing broiler welfare*. C. A. Weeks and A. Butterworth. Oxford, CABI: 37-49.
- Bizeray, D., I. Estevez, C. Leterrier and J. M. Faure (2002). Influence of increased environmental complexity on leg condition, performance, and level of fearfulness in broilers. *Poultry Science* 81: 767-773.
- Blokhuis, H. J. and J. W. Van der Haar (1990). The effect of the stocking density on the behaviour of broilers. *Archiv Fur Geflugelkunde* 54: 74-77.
- Buijs, S., L. Keeling, S. Rettenbacher, E. Van Poucke and F. Tuytens (2009). Stocking density effects on broiler welfare: identifying sensitive ranges for different indicators. *Poultry Science* 88: 1536 - 1543.
- D'Eath, R. B. and L. J. Keeling (2003). Social discrimination and aggression by laying hens in large groups: from peck orders to social tolerance. *Applied Animal Behaviour Science* 84: 197-212.
- 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: 77-80.
- Estevez, I., R. C. Newberry and L. A. de Reyna (1997). Broiler chickens: a tolerant social system? *Etologia* 5: 9-29.
- Febrer, K., T. A. Jones, C. A. Donnelly and M. S. Dawkins (2006). Forced to crowd or choosing to cluster? Spatial distribution indicates social attraction in broiler chickens. *Animal Behaviour* 72: 1291-1300.
- Genstat Committee (2000). The guide to GenStat. R. W. Payne. Oxford, VSN International.
- Hall, A. L. (2001). The effect of stocking density on the welfare and behaviour of broiler chickens reared commercially. *Animal Welfare* 10: 23-40.
- Keeling, L. J., I. Estevez, R. C. Newberry and M. G. Correia (2003). Production-related traits of layers reared in different sized flocks: The concept of problematic intermediate group sizes. *Poultry Science* 82: 1393-1396.
- Kestin, S. C., T. G. Knowles, A. E. Tinch and N. G. Gregory (1992). Prevalence of leg weakness in broiler chickens and its relationship with genotype. *The Veterinary Record* 131: 190-194.
- Kruijt, J. P. (1964). Ontogeny of social behaviour in the Burmese red junglefowl (*Gallus gallus spadiceus*). Thesis, University of Groningen.
- Martrenchar, A., J. P. Morisse, D. Huonnic and J. P. Cotte (1997). Influence of stocking density on some behavioural, physiological and productivity traits of broilers. *Veterinary Research* 28: 473-480.
- Matthews, L. R., W. Temple, T. M. Foster, A. W. Walker and T. M. McAdie (1995). Comparison of the demand for dustbathing substrates by layer hens. In: *Proceedings of the 29th International Congress of the ISAE, Exeter, Universities' Federation of Animal Welfare*.
- Newberry, R. C. and J. W. Hall (1990). Use of pen space by broiler-chickens - effects of age and pen size. *Applied Animal Behaviour Science* 25: 125-136.
- Pettit-Riley, R., I. Estevez and E. Russek-Cohen (2002). Effects of crowding and access to perches on aggressive behaviour in broilers. *Applied Animal Behaviour Science* 79: 11-25.
- Reiter, K. and W. Bessei (2000). The behaviour of broilers in response to group size and stocking density. *Archiv Fur Geflugelkunde* 64: 93-98.
- Rogers, L. J. (1995). *The development of brain and behaviour in the chicken*. Oxford: CAB International.
- Scientific Committee of Animal Health and Animal Welfare (2000). *The welfare of chickens kept for meat production*, European Commission: Health and Consumer Protection Directorate General: 149 pp.
- Shields, S. J., J. P. Garner and J. A. Mench (2005). Effect of sand and wood-shavings bedding on the behavior of broiler chickens. *Poultry Science* 84: 1816-1824.
- Van de Ven, L., Van Wagenberg, V., 2008. Welzijn van vleeskuikens in het Patiosysteem. Notitie Vencomatic.
- Van de Ven, L. J. F., A. V. Van Wagenberg, P. W. G. Groot Koerkamp, B. Kemp and H. Van den Brandt (2009). Effects of a combined hatching and brooding system on hatchability, chick weight, and mortality in broilers. *Poultry Science* 88: 2273-2279.
- Van Liere, D. W. (1991). Function and organization of dustbathing in laying hens. Wageningen, Landbouwniversiteit Wageningen.

Weeks, C. A., T. D. Danbury, H. C. Davies, P. Hunt and S. C. Kestin (2000). The behaviour of broiler chickens and its modification by lameness. *Applied Animal Behaviour Science* 67: 111-125.

Welfare Quality®, 2009. *Welfare Quality® assessment protocol for poultry (broilers, laying hens)*. Welfare Quality® Consortium, Lelystad, Netherlands.

Bijlage 1

Overzichtsfoto's van de hokken voor iedere behandeling, gemaakt op dag 14 in ronde 1.



D20



D30



D40



D50



D60



D70



D80



Wageningen UR Livestock Research

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

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