

Wageningen UR Livestock Research

Partner in livestock innovations



Rapport 420

Effect van verdund vezelrijk voer op ontwikkeling van verenschade en dierprestaties van opfok- en leghennen onder pikkerij-bevorderende omstandigheden

December 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.



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

Abstract

In this study, the effect of diluted NSP-high diets under feather pecking prone conditions, on the development of feather damage and performance of rearing and laying hens was investigated. Compared to hens fed undiluted diets, feather damage at the end of the laying period was reduced by 20% by feeding both diluted rearing and laying diets.

Keywords

Feather pecking, feather damage, diluted diet rearing hen, laying hen.

Referaat

ISSN 1570 - 8616

Auteur(s)

M.M. van Krimpen
W.W. de Bruin
R. de Veer
G.P. Binnendijk

Titel

Effect van verdund vezelrijk voer op ontwikkeling van verenschade en dierprestaties van opfok- en leghennen onder pikkerij-bevorderende omstandigheden

Rapport 420

Samenvatting

In deze studie is het effect van verdunde vezelrijke voeders onder pikkerij-bevorderende omstandigheden op de ontwikkeling van verenschade en dierprestaties van opfok- en leghennen gemeten. Ten opzichte van onverdund voer reduceerde het verstreken van zowel verdund opfok- als legvoer de ontwikkeling van verenschade aan het einde van de legperiode met ruim 20%.

Trefwoorden

Verenpikken, verenschade, verdund voer, opfokhennen, leghennen.



Rapport 420

Effect van verdund vezelrijk voer op ontwikkeling van verenschade en dierprestaties van opfok- en leghennen onder pikkerij-bevorderende omstandigheden

Effect of diluted NSP-high diets under feather pecking prone conditions on the development of feather damage and performance of rearing and laying hens

M.M. van Krimpen
W.W. de Bruin
R. de Veer
G.P. Binnendijk



PRODUCTSCHAP DIERVOEDER



December 2010

**Dit onderzoek is uitgevoerd met subsidie van het Productschap
Pluimvee en Eieren (PPE) en het Productschap Diervoeder (PDV)**

Samenvatting

In opdracht van het Productschap Diervoeder en het Productschap Vlees en Eieren is een studie uitgevoerd naar het effect van verdunde vezelrijke voeders onder pikkerij-bevorderende omstandigheden op de ontwikkeling van verenschade en dierprestaties van opfok- en leghennen. Verondersteld werd dat hennen die tijdens de opfokperiode meer voergericht gedrag vertonen, minder geneigd zijn tot verenpikken tijdens de legperiode. Tijdens de opfokperiode zijn 640 opfokhennen met intacte snavels gevolgd. Hiervan waren 320 hennen van het merk Lohmann Brown en 320 van het merk Silver Nick. De hennen waren tijdens de opfokperiode gehuisvest in een stal met 16 grondhokken (3,0 x 0,95 m), elk geschikt voor 40 hennen. De eerste 5 weken waren de hennen gehuisvest in het scharrelgedeelte van het grondhok op een strooiselbodem van houtkrullen. Na 5 weken is het strooisel verwijderd en vervangen door een lattenbodem. Vanaf dat moment ontstond er verenpikgedrag en verenschade. Tijdens de opfokperiode is een standaard opfokvoeder vergeleken met een voer dat 15% verdund is door toevoeging van 10% zand en 5% fijngemalen haverdoppen. De Silver Nicks zijn ook tijdens de legperiode tot 40 weken leeftijd gevolgd. In deze periode werden de hennen gehuisvest in 24 grondhokken (1,5 x 0,9 m) met tien hennen per hok. De twee behandelingen tijdens de opfokperiode (verdund versus onverdund voer) zijn tijdens de legperiode elk weer opgesplitst in twee nieuwe behandelingen (verdund versus onverdund voer) volgens een 2 x 2 factorieel ontwerp. Bij het verdunnen van de legvoeders is gebruik gemaakt van gangbare mengvoergrondstoffen (gerst en zonnebloemzaadschroot). Onderstaande tabel geeft de proefopzet schematisch weer.

Schematische weergave van het experiment

Ras	Silver Nick				Lohmann Brown	
Verdunning opfokvoer	0%		15%		0%	15%
Verdunning legvoer	0%	15%	0%	15%	----	----

Tijdens het experiment is het gedrag van de hennen geobserveerd en zijn gewichtsontwikkeling, voeropname en legprestaties geregistreerd. Aan het einde van de opfokperiode is een deel van de hennen geëuthanaseerd, waarna ontwikkeling van verschillende segmenten van het maagdarmkanaal is bepaald.

We kunnen de volgende conclusies trekken uit deze studie:

- Het verdunnen van voer tijdens de opfokperiode resulteert in een hogere voeropname, er is meer tijd besteed aan voeropname, vertonen van meer voergerelateerd gedrag, een zwaardere spiermaag en een lichtere dunne darm, terwijl verenpikgedrag toeneemt. Hoewel meer voergerelateerd gedrag is waargenomen bij hennen die verdund voer krijgen, is het verenpikgedrag tijdens de opfokperiode niet verminderd. Dit is in tegenstelling met onze hypothese.
- Tussen de rassen zijn in de opfokperiode relatief weinig verschillen gevonden. De rassen verschillen wel in stofbadgedrag, niveau van verenschade en groei.
- Het verstrekken van verdund opfokvoer heeft een gunstig carry-over effect van de opfok naar de legperiode ten aanzien van het verloop van de verenschade. Bij de hennen in het huidige experiment, die fors aangezet waren tot verenpikken, hield dit effect echter slechts een beperkte tijd stand.
- Het verstrekken van verdund vezelrijk legvoer resulteert, zelfs onder de condities van het huidige experiment, in een aantoonbare en langdurige vertraging in de ontwikkeling van verenschade.
- Het zowel verstrekken van verdund opfok- als verdund legvoer resulteert in het laagste niveau van verenschade.
- Hennen die verdund legvoer krijgen vertonen minder pikgedrag naar de grond en naar objecten in het hok dan hennen met onverdund legvoer.

- Het overschakelen van verdund opfokvoer naar onverdund legvoer heeft een ongunstig effect op het pikgedrag van leghennen. In het tweede deel van de legperiode ontwikkelen deze hennen meer hard verenpikken en meer bodempikgedrag.
- Het verdunningsniveau in de opfokperiode heeft geen sterke effecten op de productieresultaten tijdens de legperiode. Hennen die verdund opfokvoer krijgen, worden in de legperiode wel wat zwaarder.
- Hennen die 15% verdund legvoer krijgen, compenseren volledig voor deze verdunning door een hogere voeropname. De legprestaties worden nauwelijks beïnvloed door het verdunningsniveau. Alleen daalt het eigewicht met 1,1 gram bij verstrekking van verdund legvoer.
- Het aandeel nat strooisel is bij hennen die tijdens de legperiode verdund voer krijgen hoger dan bij hennen met gangbaar voer (73 vs. 63%).

Uit dit experiment is gebleken dat verdund voer onder extreme pikkerijomstandigheden niet in staat is verenschade volledig te voorkomen. Wel kan verdund voer de ontwikkeling van verenschade fors afremmen. In dit experiment bedroeg de reductie in verenschade aan het einde van de legperiode ruim 20% als gevolg van het toepassen van voerverdunning. Verstrekking van verdund opfokvoer resulteerde niet in verbetering van de verenconditie tijdens de opfokperiode zelf. Daarom is het noodzakelijk om een voerstrategie te ontwikkelen waarmee verenpikgedrag al vanaf het begin van de opfokperiode voorkomen of afgeremd kan worden.

Op basis van dit experiment wordt aanbevolen om zowel tijdens de opfok- als legperiode verdund voer te verstrekken. Deze voerstrategie leidde tot de minste verenschade, onder andere door een afname van de pikbehoefte gericht op de bodem en objecten in het hok. Deze lagere pikbehoefte kan volgens de theorie van Blokhuis (1989) resulteren in minder omgericht verenpikgedrag. Verdund voer heeft geen averechts effect op de technische resultaten van de hennen.

Hennen die tijdens de opfokperiode verdund voer kregen en tijdens de legperiode overgeschakeld werden op onverdund voer, lijken daar na verloop van tijd onrustiger van te worden; dat blijkt uit een forse toename van het aantal pikken. Mogelijk verklaart dit ook dat deze voerstrategie slechts een tijdelijk gunstig na-ijl effect heeft op de ontwikkeling van verenschade tijdens de legperiode. Op basis van dit experiment wordt deze voerstrategie niet aanbevolen.

Het hoger percentage nat strooisel tijdens de legperiode was mogelijk het gevolg van het grotere aandeel wateroplosbare vezels in het verdunde voer. Bij het samenstellen van verdunde voeders met praktijkgrondstoffen dient daarom een maximumnorm voor wateroplosbare vezels gehanteerd te worden.

Summary

On request on the Product Board Animal Feed and the Product Board Meat and Eggs, an experiment is conducted to determine the effect of nutrient diluted - NSP high diets under feather pecking stimulating conditions on the development of feather damage and performance of rearing and laying hens. It was hypothesized that hens, that showed more feeding related behavior during rearing, would develop less feather pecking behavior during laying.

During the rearing period, 640 pullets with intact beaks were included in the experiment. Two strains of hens were used: 320 Silver Nick hens and 320 Lohmann Brown hens. During the rearing period, hens were housed in a room with 16 floor pens (3,0 x 0,95 m), with 40 birds per pen. Litter (wood shavings) was available in the free range area of the pen during the first five weeks of the experiment. After five weeks, litter was removed and replaced by a slatted floor. From this moment onwards, feather pecking behavior and feather damage occurred. In the rearing period, a standard rearing diet was compared with a 15% diluted rearing diet. This diet was diluted by adding 10% sand and 5% finely ground oat hulls to the control diet. After the rearing period, only the Silver Nicks were followed during the laying period. In this period, each of the two treatments of the rearing period (diluted vs. undiluted diet) were subdivided in two new treatments (diluted vs. undiluted diet) according to a 2 x 2 factorial design. Layer diet was diluted by using more common available raw materials (barley, sunflower seed extracted). A schematic overview of the experiment is shown in the Table below.

Schematic overview of the experiment

Strain	Silver Nick				Lohmann Brown	
Dilution level rearing diet	0%		15%		0%	15%
Dilution level layer diet	0%	15%	0%	15%	-----	----

During the experiment, behavior of hens and development of body weight, feed intake and egg performances are observed. At the end of the rearing period, part of the hens are dissected, whereafter weights of different gut segments are determined.

From this study, the following conclusions can be drawn.

- Dietary dilution during the rearing period increases feed intake, eating time, and gizzard weight, whereas weight of the small intestine decreases. Feather pecking behavior during the rearing period also increases. Although feeding related behavior increases as a result of dietary dilution, pecking behavior not decreases, which is contrary to our hypothesis.
- Differences in strains during the rearing period are relatively small. Strains, however, show differences in dust bathing behavior, feather damage, and body weight gain.
- The supply of diluted rearing diet has a favorable carry-over effect from the rearing to the laying period regarding development of feather damage. This effect, however, maintains during a limited period under the conditions of the current experiment with feather pecking prone laying hens.
- Even under the conditions of the current experiment results the supply of diluted layer diet in a significant and constant delay in the development of feather damage.
- Providing both diluted rearing and layer diet results in the lowest level of feather damage.
- Laying hens, that are fed diluted diet, show less ground pecking and object pecking behavior, compared to hens that are undiluted diet.
- Switching over from diluted rearing diet to undiluted layer diet negatively affects pecking behavior of laying hens. In the second half of the laying period, more severe feather pecking and ground pecking behavior is shown compared to hens that remained at diluted diet during the laying period.
- Dilution level of the rearing diet does not largely affect performance of hens during the laying period. Body weight of hens that are fed diluted rearing diet slightly increases compared to hens that are fed undiluted rearing diet.

- Hens that are fed 15% diluted diets fully compensate for this dilution by a higher feed intake. Egg performances are only slightly affected by dilution level of the diet. Egg weight decreases by 1.1 gram as a result of eating diluted layer diet.
- The area of wet litter is higher in pens in which diluted layer diet is supplied, compared to pens in which undiluted layer diet is provided (73 vs. 63%).

The results of this experiment show that the supply of diluted diet as such under severe feather pecking conditions is not sufficient to fully prevent feather damage. Diluted diet, however, is able to realize a considerable delay in the development of feather damage. At the end of the current experiment, feather damage was reduced up to 20% as a result of applying diluted feeding strategies.

Supplying diluted rearing diet did not improve the feather condition during the rearing period. Therefore, it is necessary to develop new feeding strategies which will prevent or slow down feather pecking behavior already from the start of the rearing period. Based on the results of this experiment, it is recommended to supply diluted diet both during rearing and laying period. This feeding strategy results in the lowest level of feather damage, among others by a reduction of the need to peck to floor and pen objects. According to the Theory of Blokhuis (1989), this reduction in the need to peck could result in less redirected feather pecking behavior.

Hens that initially are fed diluted rearing diet, and subsequently are fed undiluted diet during the laying period seem to develop restless behavior, because pecking behavior than significantly increases. Possibly, this also explains the temporary time-lag of diluted rearing diet on the development of feather damage during the laying period. Therefore, this feeding strategy is not recommended.

The increase in area of wet litter could be the result of the higher amount of soluble NSP's in the diluted layer diet. Therefore, a maximum requirement of soluble NSP should be applied in diluted diets.

Inhoudsopgave

Voorwoord

Samenvatting

Summary

1	Inleiding	1
1.1	Definitie van verenpikgedrag.....	1
1.2	Oorzaken van verenpikgedrag.....	1
1.3	Effect van omgevingsfactoren op verenpikgedrag.....	2
1.4	Effect van imprinting op VP-gedrag	2
1.5	Nutritionele invloeden op VP-gedrag	3
1.6	Doel van dit onderzoek	5
2	Materiaal en Methoden	6
2.1	Dieren, huisvesting en voeders.....	6
2.2	Experimentele opzet	9
2.3	Metingen.....	10
2.4	Statistische analyse	12
3	Resultaten opfokperiode.....	13
3.1	Ontwikkeling van de hennen	13
3.2	Verenpikgedrag	16
3.3	Algemeen gedrag	17
3.4	Ontwikkeling maagdarm stelsel	19
4	Resultaten legperiode.....	21
4.1	Schade aan huid en verenkleed	21
4.2	Gedrag	23
4.3	Dierprestaties	25
5	Discussie opfokperiode.....	27
5.1	Effect van verdund voer	27
5.2	Effect van ras	28
5.3	Effect van interactie tussen voer en ras.....	28
5.4	Effect van stimulerende omgevingsfactoren en imprintingsperiode	28
5.5	Discussie natheid strooisel legperiode.....	29
6	Conclusies	30
	Literatuur	31
	Bijlagen	34
	Bijlage 1 Schematisch overzicht van de stal en hokindeling.....	34

1 Inleiding

In de nabije toekomst verdwijnt mogelijk het snavelbehandelen in Nederland en de traditionele kooisystemen binnen de EU. Het gevolg is dat er meer verenpikgedrag kan optreden bij leghennen. Dit kan leiden tot negatieve gedragingen en kannibalisme. Verenpikgedrag bij leghennen is een multifactorieel probleem dat omgevingsfactoren, genetische aanleg en nutritionele factoren kunnen veroorzaken. In dit hoofdstuk zullen oorzaken van verenpikken (VP) besproken worden, evenals de effecten van omgevingsfactoren en voedingsfactoren op verenpikgedrag.

1.1 Definitie van verenpikgedrag

Verenpikgedrag kan zich uiten in pikken en trekken aan veren van soortgenoten en kan in een aantal categorieën verdeeld worden (Savory, 1995).

Zacht VP is zacht pikken aan veren van soortgenoten waarbij geen verlies van veren optreedt. Dit kan beginnen als pikken naar deeltjes die in het verenkleed aanwezig zijn en kan leiden tot stereotiep gedrag. Een andere categorie is hard verenpikken, waarbij pikken en trekken aan veren van soortgenoten kan leiden tot verlies van veren. Het gevolg is dat er kale plekken ontstaan, wat weer tot weefsel pikken kan leiden, waardoor wonden kunnen optreden. Dit kan tot kannibalisme leiden. Een ander type van VP is pikken aan de cloaca. Dit kan ook als exploratief gedrag beginnen, maar kan ook leiden tot kannibalisme wanneer de eileider of interne organen beschadigd zijn. Agressief pikken uit zich vaak in een eenmalige harde pik op de kop om zo de rangorde te bepalen (Van Krimpen *et al.*, 2005; Van Hierden *et al.*, 2002). Er zijn dus verschillende typen pikken: zacht, hard, weefsel, cloaca en agressief pikken. Het kan beginnen als exploratief gedrag, maar kan leiden tot stereotiep gedrag en kannibalisme wat negatieve gevolgen heeft voor het welzijn van pluimvee

1.2 Oorzaken van verenpikgedrag

Er zijn een aantal theorieën over de oorzaak van VP. Vier theorieën beschrijven we hieronder meer gedetailleerd.

Een eerste theorie over de oorzaak van VP is beschreven door Blokhuis (1986). Hij veronderstelde dat VP omgericht bodempik gedrag was dat aan foerageergedrag gerelateerd is. In het wild besteden kippen veel tijd, ongeveer 60%, aan voergerelateerd en foerageergedrag (Dawkins, 1989). De huidige gedomesticeerde dieren besteden veel minder tijd hieraan doordat het zoeken naar voer niet meer een eerste vereiste is en er is ook minder energie nodig voor deze gedragingen (Andersson *et al.*, 2001). Bodempikken is onderdeel van het foerageergedrag. Als er strooisel aanwezig is, vertonen de dieren dit gedrag vaker dan wanneer strooisel afwezig is. Bij afwezigheid van strooisel treedt er meer VP op, terwijl de aanwezigheid van strooisel geen garantie is voor het verdwijnen van VP (Blokhuis, 1986; Nicol *et al.*, 2001). De studie van Huber-Eicher and Wechsler (1997) liet ook zien dat de aanwezigheid van strooisel niet VP kon voorkomen, hoewel meer foerageergedrag het VP wel kan verminderen en voorkomen.

Een tweede theorie over de oorzaak van VP is beschreven door Vestergaard *et al.* (1993). Hij veronderstelde dat VP gerelateerd was aan stofbaden. Dit gedrag verhoogt bodempik en VP bij soortgenoten en komt niet voor in de directe omgeving van het eetgebied. Een verhoogde lichtintensiteit doet ook het stofbadgedrag toenemen, evenals VP (Vestergaard, 1997).

Stofbaden komt echter niet heel frequent voor, en bij afwezigheid hiervan kan VP nog wel voorkomen (Savory, 1995). VP kan ook pikgedrag zijn naar deeltjes die op het verenkleed aanwezig zijn, in plaats van pikken naar de veren zelf (Huber-Eicher and Wechsler, 1997). Een derde theorie, beschreven door Riedstra and Groothuis (2002), and Rodenburg *et al.* (2004), suggereert dat VP een vorm van sociale exploratie is.

De vierde en laatste theorie is beschreven door McKeegan and Savory (1999). Zij veronderstellen dat VP begint met het eten van veren. Als hennen aanleren veren van de bodem te eten, kunnen ze dit ook bij soortgenoten gaan doen als er geen veren meer op de bodem aanwezig zijn. Deze theorie wordt ook door Ramadan and Von Borell (2008) aangehangen. De resultaten uit hun studie toonden ook dat losse veren op de bodem een

belangrijke rol spelen in het ontwikkelen en de mate van VP. Kort samengevat: VP is gerelateerd aan bodempikken, stofbaden, sociale exploratie en het eten van veren.

1.3 Effect van omgevingsfactoren op verenpikgedrag

Omgevingsfactoren spelen ook een rol bij het ontwikkelen van VP. De effecten van licht, strooisel en bezettingsgraad op VP beschrijven we hieronder. Het gezichtsvermogen van hennen verschilt van mensen. Ze kunnen ultraviolet licht waarnemen en zijn meer gevoelig voor oranje-rood licht dan voor blauwgroen licht, dit verschilt in golflengte (Vandenberg and Widowski, 2000; Ham and Osorio, 2007). Kleur van licht en lichtintensiteit kunnen beiden het VP beïnvloeden. In de studie van Kristensen *et al.* (2007) zijn verschillende lichtbronnen en illuminaties getest bij vleeskuikens. De voorkeur van vleeskuikens is afhankelijk van hun leeftijd. VP werd meer beïnvloed door lichtbron dan door illuminatie. Dit kan veroorzaakt worden door verschillen in golflengte. Biolux licht (daglicht kleur) veroorzaakte meer VP dan warmwit licht. In gedimd licht namen we meer foerageergedrag waar.

Vandenberg and Widowski (2000) bestudeerden twee lichtbronnen van verschillende lichtintensiteit. Dit resulteerde in weinig verschil tussen de gedragingen van de hennen; alleen zitten en eten werden vaker geobserveerd bij een lichtintensiteit van 27 lux, terwijl nestgedrag, poetsgedrag, bodempikken en drinken vaker geobserveerd werden bij 427 lux. In de studie van Davis *et al.* (1999) werden dezelfde resultaten behaald. Jonge kippen van 2 weken oud besteedden meer tijd in een omgeving met hoge lichtintensiteit (200 lux) en waren actiever dan 6 weken oude kippen. Deze gaven de voorkeur aan een lagere lichtintensiteit (6 lux) en besteedden veel tijd aan rusten en zitten op de stok.

Uit de studie van Kjaer and Vestergaard (1999) is gebleken dat zacht VP verhoogd werd tijdens de opfokperiode bij een lage lichtintensiteit (3 lux), vergeleken met een hogere lichtintensiteit (30 lux). Dat kan veroorzaakt worden doordat minder licht het verkennen van de omgeving moeilijker maakt voor kippen. Hoewel, de hogere lichtintensiteit leidde weer tot meer hard VP incidenten. Hieruit blijkt dat niet alleen lichtbron, maar ook kleur en intensiteit invloed hebben op het gedrag van kippen.

Naast licht heeft ook strooisel invloed op VP. De aanwezigheid van strooisel op de vloer kan het bodempikken en bodemkrabben verhogen, en VP verlagen. Als er geen strooisel is, kan omgekeerd gericht gedrag optreden waarbij meer VP ontstaat in plaats van bodempikken (Blokhuys and Arkes, 1984; Blokhuys, 1986; Blokhuys and Van der Haar, 1989; Blokhuys, 1989).

Een andere omgevingsfactor die invloed kan hebben op VP is de bezettingsgraad. Een hogere bezettingsgraad kan tot gevolg hebben dat er meer VP ontstaat, maar ook meer stofbadgedrag, en een verminderde conditie van het verenkleed bij leghennen tijdens de opfokperiode vergeleken met lagere bezettingsgraden (Hansen and Braastad, 1994; Savory *et al.*, 1999).

Conclusie: licht, strooisel en bezettingsgraad zijn omgevingsfactoren die invloed hebben op het VP-gedrag. Lichtbron, kleur en intensiteit hebben invloed op het gedrag van kippen. De aanwezigheid van strooisel kan het bodempikken en -krabben verhogen en VP verlagen, terwijl een hogere bezettingsgraad juist weer het VP kan verhogen.

1.4 Effect van imprinting op VP-gedrag

De imprintingsperiode tijdens de eerste levensfase lijkt een belangrijke rol te spelen op het ontwikkelen van VP-gedrag. Tijdens de eerste levensfase is er een kritieke periode, of gevoelige periode, waarin imprinting plaats vindt. In deze periode zijn sociale omgang en omgevingsfactoren belangrijk voor de verdere levensloop (Tzschentke and Plagemann, 2006).

In de studie van Johnsen *et al.* (1998) waren jonge kippen opgefokt op zand, stro of in een kooi op een leeftijd van 0-4 weken. Daarna werden alle groepen gehuisvest op zand en stro. De hennen die in de kooi waren gehouden, hadden de slechtste verenconditie vergeleken met de andere groepen. Ook vertoonden ze meer VP, minder stofbadgedrag en er was een hoger sterftepercentage door meer kannibalisme. Deze resultaten lieten zien dat de eerste 4 weken van de levensfase een grote invloed hebben op het ontwikkelen van VP. Blokhuys and Van der Haar (1989) vonden in hun onderzoek dat aanwezigheid van strooisel tijdens de opfokperiode het VP deed verminderen. In de studie van Nicol *et al.* (2001) werd het effect

van vroege blootstelling aan strooisel onderzocht. Kippen werden gehuisvest in kooien en op verschillende leeftijden werd de kooi vervangen door een dichte vloer met houtkrullen. Volwassen hennen die gehuisvest waren in kooien vertoonden meer VP dan hennen waar de kooi was vervangen door een dichte vloer met houtkrullen. De leeftijd waarop de kooi werd vervangen door een dichte vloer met houtkrullen had niet veel invloed op het ontwikkelen van VP. Hennen gehuisvest op houtkrullen vertoonden meer bodempikgedrag. In de studie van Huber-Eicher and Wechsler (1997) werd gevonden dat de leeftijd waarop hennen beschikking kregen tot strooisel invloed had op het ontwikkelen van VP. Jonge kippen die vanaf een leeftijd van 10 dagen beschikking kregen over zand, vertoonden meer VP dan hennen die vanaf de dag na uitkomst beschikking hadden over zand. Kippen gehouden in kooien met weinig mogelijkheid om hun omgeving te verkennen, lijken meer zacht VP te ontwikkelen; dit kan verder ontwikkelen tot hard VP, wat is gebleken uit een studie van Chow and Hogan (2005). In de studie van Van Hierden *et al.* (2004) was een andere opzet gebruikt waarbij de jonge kippen de eerste 5 weken van de opfokperiode op houtkrullen werden gehuisvest. Daarna werd het strooisel verwijderd om VP te stimuleren en de hennen op lattenbodems gehuisvest. De observaties tijdens deze studie startten nadat het strooisel was verwijderd. Hierdoor was het effect van strooisel niet heel duidelijk, maar het is mogelijk dat tijdens de imprintingsperiode de hennen leren om op strooisel te pikken in plaats van op soortgenoten en daardoor minder VP vertonen dan hennen die vanaf uitkomst gelijk op lattenbodems gehuisvest worden. Dit is ook uit de studie van Johnsen *et al.* (1998) naar voren gekomen.

Samenvattend: de aanwezigheid van strooisel tijdens de eerste levensfase lijkt het VP-gedrag te verminderen, terwijl het verkennen van de omgeving toeneemt, evenals bodempikken. In de studie van Nicol *et al.* (2001) kwam juist naar voren dat strooisel meer effect heeft op het verminderen van VP dan ervaringen opgedaan tijdens de eerste levensfase. Daardoor is het goed mogelijk dat de aanwezigheid van strooisel tijdens de eerste levensfase het VP-gedrag nog meer vermindert.

1.5 Nutritionele invloeden op VP-gedrag

Voeding heeft ook invloed op het VP-gedrag bij pluimvee. Voervorm, strategie, samenstelling en verzadigingsgraad kunnen het VP-gedrag beïnvloeden, zowel positief als negatief.

Voervorm en voerstrategie

Leghennen krijgen vaak voer in meelvorm.. Uit voorgaand onderzoek is gebleken dat gepelleteerd voer resulteerde in meer verenpikkerij (Savory, 1980, El-Lethey *et al.*, 2000). Maar in andere onderzoeken kwamen geen verschillen naar voren tussen verenpikkerij en voervorm (Savory and Mann, 1997; Savory *et al.*, 1999; Wahlström *et al.*, 2001). Mogelijke voerstrategieën die het VP kunnen verminderen, zijn het geven van stro of ander ruwvoer, maar ook het verspreiden van granen in het strooisel (Van Krimpen, 2005). Dus zowel voervorm als voerstrategie kunnen het VP beïnvloeden, vooral doordat meer tijd wordt besteed aan voergerelateerd gedrag en minder tijd aan VP.

Voersamenstelling

De samenstelling van voer kan ook invloed hebben op het VP-gedrag. Eiwitten, mineralen, energieniveaus en vezels spelen daarbij een belangrijke rol. De laatste twee onderdelen werken we verder uit. Lagere energieniveaus kunnen de conditie van het verenkleed verbeteren (Lee *et al.*, 2001). In de studie van Savory (1980) werden twee voeders getest: een controlevoer en voer dat verdund was met 40% cellulosepoeder. De voeropname was hoger bij Japanse kwakkels die het verdunde voer kregen, wat aangeeft dat ze door meer voer op te nemen het energietekort kunnen compenseren. De tijdsduur van een maaltijd was langer, het interval tussen twee maaltijden korter en de dieren aten meerdere maaltijden per dag (Savory, 1980). Gepelleteerd voer werd sneller gegeten dan meelvoer, terwijl de bulkdichtheid van het verdunde voer verschilde van het onverdunde voer. Dat geeft aan dat bulkdichtheid van het voer invloed kan hebben op tijdsduur van een maaltijd. In dezelfde studie van Savory (1980) is ook onderzoek gedaan naar de passagesnelheid van het voer. Dat resulteerde erin dat het verdunde voer sneller de krop verliet en ook sneller uitgescheiden werd, terwijl het verteringsstelsel waarschijnlijk langer was bij hennen die het onverdunde voer kregen. Kortom: het voer had een hogere passagesnelheid door het

verteringsstelsel bij hennen met het verdunde voer, terwijl het verteringsstelsel juist langer was en de vertering lager vergeleken met de controlegroep.

De studie van Enting *et al.* (2007) liet dezelfde resultaten zien. Een voersamenstelling met lagere dichtheid verlaagde de gemiddelde retentietijd van de chymus in het maagdarmkanaal. Zo lijkt het erop dat het voer sneller door het maagdarmstelsel gaat, mogelijk veroorzaakt door een hoger gehalte aan onoplosbare vezels in een voer met lage dichtheid. Hoewel de passage van de chymus door het maagdarmstelsel sneller was, kan het zijn dat de retentietijd in de spiermaag langer was door het hogere gehalte aan vezels, waardoor de totale passagesnelheid gelijk is aan dat van het onverdunde voer.

In de studie van Esmail (1997) was een voer gebruikt met meer ruwe vezels wat resulteerde in verminderd VP en betere conditie van het verenkleed. Een ruw vezelgehalte lager dan 80 g/kg verhoogde het VP en kannibalisme (Esmail, 1997). Onoplosbare vezels lijken de eettijd te verhogen bij leghennen en ze lijken rustiger. Ook de spiermaag was meer ontwikkeld en men vond meer galzouten in de spiermaag. Dat betekent dat er meer zetmeelvertering optreedt door meer emulsificatie van vetten. De passagesnelheid van het voer lijkt langzamer te gaan in de spiermaag door het verhoogde gehalte aan ruwe vezels.

De studie van Van Krimpen *et al.* (2007) liet niet veel verschillen zien in VP tussen voeders met verschillende energie en onoplosbare vezelgehalten. In een vervolgstudie van Van Krimpen *et al.* (2009), werd het effect van verlaagd energieniveau en verhoogd NSP-niveau tijdens de opfok- en legperiode onderzocht. Dit onderzoek liet zien dat de eetsnelheid toenam terwijl de eettijd niet anders was en ook leek het energiegehalte meer effect te hebben op eettijd dan het gehalte aan onoplosbare vezels. Tijdens de opfokperiode waren niet veel verschillen gevonden tussen de voeders, maar gedurende de legperiode werden de verschillen groter. Hennen die het verdunde voer kregen, hadden minder verenschade dan de controlegroep (Van Krimpen *et al.*, 2009).

Uit onderzoek van Van Hierden *et al.* (2002), waarin twee leghenlijnen gebruikt werden (hoog en laag VP lijnen), bleek dat de lage VP-lijn meer tijd aan fourageren en vergeerelateerd gedrag besteedde en minder zacht VP gedrag vertoonde.

Samengevat: VP-gedrag kan verlaagd worden door energieniveaus te verlagen in een voeder en onoplosbare voedingsvezels te verhogen, waardoor voergerelateerd gedrag verhoogd wordt.

Verzadiging in leghennen

De mechanismen die verzadiging en honger beïnvloeden in pluimvee en het effect daarvan op VP-gedrag zijn nog niet helemaal bekend. Savory (1980) veronderstelde dat honger een grotere rol kan spelen op het initiëren en beëindigen van maaltijden dan verzadiging. In de studie van Savory and Smith (1987) is bloed van donoren die gegeten en gevestigd hadden overgebracht naar receptordieren. Dat resulteerde erin dat de samenstelling van bloed een rol speelt bij het feedback systeem en invloed heeft op het initiëren van maaltijden en het vullen en legen van delen van het maagdarmstelsel reguleert. De spiermaag is een onderdeel van het maagdarmstelsel dat een belangrijke rol lijkt te spelen bij het reguleren van passage van nutriënten (Hetland *et al.*, 2004). Ook vezels spelen een belangrijke rol bij de activiteit van de spiermaag en kunnen invloed hebben op het verhogen van het verzadigingsgevoel door de hogere activiteit van de spiermaag en daardoor de langere retentietijd van voer in de spiermaag (Hetland *et al.*, 2005). Dit is wel afhankelijk van de deeltjesgrootte. In de studie van Savory (1980) is cellulosepoeder gebruikt wat de retentietijd zou kunnen verkorten door de kleinere deeltjesgrootte.

Als vezels niet aanwezig zijn, is het mogelijk dat de dieren meer veren kunnen eten om de structuur van de voeding te vergroten. Met als gevolg dat er VP-gedrag en kannibalisme kunnen optreden (McKeegan and Savory, 1999). Hartini *et al.* (2002) postuleerde dat viscositeit van de darmen en vulling verhoogd zouden worden door onoplosbare vezels, mogelijk door de waterabsorberende capaciteiten van deze vezels. Dit kan leiden tot een hoger verzadigingsgevoel. In pluimvee is de passage van nutriënten echter vrij snel, zoals bij alle vogels, en vezels zijn daardoor minder goed verteerd in vergelijking met bijvoorbeeld varkens. Kortom: een vezelrijk voer kan de activiteit van de spiermaag verhogen, wat wel weer afhangt van deeltjesgrootte. Daarna is de passage door het maagdarmstelsel vrij snel. Verzadiging lijkt meer af te hangen van de waterabsorberende capaciteiten van de onoplosbare vezels.

1.6 Doel van dit onderzoek

Het aanvankelijke doel van dit onderzoek was om meer inzicht te krijgen in het effect van verdund voer op het verenpikgedrag van leghennen tijdens de opfokperiode bij twee leghenrassen onder stimulerende omgevingsfactoren.

De hypothese voor dit onderzoek was dat een verdund voer het VP-gedrag vermindert doordat de dieren meer tijd besteden aan voergerelateerd gedrag. Deze hypothese was getoetst onder omstandigheden die het VP zouden stimuleren en door twee leghenrassen te gebruiken (Lohmann Brown en Silver Nick). De LB-leghennen zijn gefokt voor zowel kooi- als scharrelhuisvestingsystemen, terwijl de SN-hen gefokt is voor systemen met vrije uitloop. We verwachtten dat de SN-hennen meer tijd zouden besteden aan voer- en foerageergedrag en daardoor minder VP-gedrag vertonen, terwijl de LB-hen meer zacht VP zou vertonen.

Door deze twee rassen te voeren met een voer laag in energie en hoog in onoplosbare vezelgehalten, moest het VP-gedrag verminderen en moesten de dieren meer tijd aan voergerelateerd gedrag besteden. De hennen zijn de eerste 5 weken op strooisel gehuisvest om voer- en foerageergedrag te stimuleren. Daarna is het strooisel verwijderd voor de rest van het experiment en zijn de hennen gehuisvest op lattenbodems. Ook bezettingsgraad en lichtintensiteit waren hoger dan in normale omstandigheden, dit was ook om VP-gedrag te stimuleren.

De hennen met het verdunde voer zouden meer gefocust moeten zijn op voergerelateerd gedrag waardoor VP-gedrag in deze hennen minder zou zijn dan bij de controlegroep.

Uit de resultaten van de opfokperiode bleek dat de toegepaste maatregelen ter bevordering van het verenpikgedrag succesvol waren. Verdund voer bleek onder deze omstandigheden de mate van verenpikken en verenschade echter niet te verminderen. Mogelijk was een verdunningsniveau van 15% in deze levensfase en onder deze omstandigheden te stressvol. Er zijn aanwijzingen dat de gunstige gedragseffecten pas tot uiting komen tijdens de legperiode. Daarom is één van de twee rassen opfokhennen vervolgd in de legperiode (tot 40 weken leeftijd). Er is gekozen voor de Silver Nicks, omdat het niveau van verenschade aan het einde van de opfokperiode gelijk was voor zowel het verdunde als onverdunde voer. Het doel van het legexperiment was tweeledig:

- 1) Doen de gunstige carry-over effecten van de opfok- naar de legperiode zich weer voor bij de hennen die van jongs af aan geleerd hebben meer tijd aan voeropname te besteden?
- 2) Kan verenschade die is ontstaan tijdens de opfokperiode gerepareerd worden door verstrekking van verdund vezelrijk voer tijdens de legperiode?

2 Materiaal en Methoden

In dit hoofdstuk beschrijven we de dieren, huisvesting, voeders, metingen en het statische model.

2.1 Dieren, huisvesting en voeders

Voor deze studie zijn twee commerciële leghenrassen gebruikt. Dat zijn Lohmann Brown (LB) and Silver Nick (SN), die geen snavelbehandeling hebben gehad. In de praktijk worden LB-hennen in zowel kooi- als alternatieve systemen gebruikt, terwijl de SN-hennen meer in biologische systemen gehouden worden. Van elk ras zijn 320 hennen gebruikt die als eendagskuikens arriveerden en 16 weken geobserveerd zijn. Ze zijn gevaccineerd volgens het vaccinatieschema van Verbeek, zie bijlage 2. Toen de hennen 1 week oud waren, kregen alle dieren een uniek vleugelnummer.

Tijdens de opfokperiode waren de hennen gehuisvest in een stal met 16 hokken (3,00 x 0,95 m) waarin het klimaat gestuurd kon worden. Elk hok was van gaas met daarin een scharrelgedeelte van 1,80 x 0,95 m en een verhoogde beun van 1,20 x 0,95 m waarboven drie zitstokken zaten (1,00 m in lengte) en vier permanente drinknippels. Op het scharrelgedeelte was een voerbak geplaatst en nog drie drinknippels. In bijlage 1 is een schematisch overzicht van de stalindeling en de hokken opgenomen.

Per hok waren 40 hennen geplaatst (14,04 hennen/m²). Tijdens de eerste 5 weken verbleven de hennen vooral op het scharrelgedeelte waarop strooisel lag (houtkrullen). Na deze periode werd het strooisel verwijderd en vervangen door een lattenbodem. Om visueel contact met de aangrenzende kooien te verminderen, werden hardboardplaten tussen de hokken geplaatst. Omgevingstemperatuur en relatieve luchtvochtigheid werden ingesteld volgens de aanbevolen richtlijnen voor LB- en SN-hennen. In de eerste week was de omgevingstemperatuur ingesteld op 31 °C. Dit werd wekelijks verlaagd met 2 °C totdat de temperatuur van 21 °C was bereikt in week 5. Deze temperatuur bleef de resterende tijd van de proef op dit niveau. De relatieve luchtvochtigheid was in de eerste 4 weken rond de 60-70%, werd daarna verlaagd naar 40-50% en bleef op dit niveau gedurende het experiment. Het lichtschema tijdens de proef was volgens de aanbevolen richtlijnen voor LB- en SN-hennen. De eerste 3 dagen was het 22 uur licht en 2 uur donker (22L:2D). Daarna werd het wekelijks afgebouwd totdat het 10L:14D in week 7 was bereikt, wat zo bleef gedurende de resterende tijd van de proef. In bijlage 2 is een overzicht van het lichtschema gegeven. De aanwezige lichtbron bestond uit TI-buizen, die samen 88 lux licht gaven. Dit werd tijdens de proef verlaagd naar 45 en 19 lux door een aantal buizen te verwijderen. Dagelijks werden twee keer de hennen en de aanwezigheid van voer en water gecontroleerd. Ook werden de omgevingstemperatuur en relatieve luchtvochtigheid tweemaal daags genoteerd.

Alleen de Silver Nicks zijn vervolgd tijdens de legperiode. De dieren zijn toen gehuisvest in 24 grondhokken (1,5 x 0,9 m) met 10 hennen per hok. De bodem was ingestrooid met zand. Elk hok was voorzien van zitstokken, een voerbak (1,0 x 0,2 m), drie waternippels en een legnest. De dieren hadden een lichtschema van 16 uur licht en 8 uur donker. Vanwege de hoge aanleg voor verenpikken werden de hennen gehouden bij een lage lichtintensiteit (5 lux).

De hennen hadden ad libitum toegang tot water en voer. Tijdens het experiment werden twee voeders gebruikt: een controlevoer en verdund voer (10% zand en 5% haverdoppen). De eerste 5 weken ontvingen de hennen opfokvoer fase 1, gevolgd door opfokvoer fase 2 vanaf week 7 tot week 16. In tabel 1 is een overzicht gegeven van de voersamenstelling en ingrediënten die gebaseerd zijn op berekende waarden. Alle voeders zijn in meelvorm verstrekt en bevatten ook een anticoccidiostaticum. Het voer is de eerste week verstrekt op eiertrays, waarna deze vervangen werden door kuikenvoerbakken en in week 5 werden deze vervangen door een voerbak van 1 m lang. Selectie van voer is voorkomen door de voerbakken te hervullen als het meeste voer op was. Water was beschikbaar via drinknippels. Op de beun waren vier vaste drinknippels aanwezig en in het scharrelgedeelte drie extra drinknippels die konden variëren in hoogte zodat de hennen er goed bij konden. Tijdens de legperiode kregen de dieren ofwel een standaard onverdund legmeel of een verdund vezelrijk legmeel. De verdunding is gerealiseerd met gangbare mengvoedergrondstoffen. Het legvoer is verdund door tarwe en sojaschroot te vervangen door gerst en zonnebloemzaadschroot. Het gehalte aan energie, aminozuren en mineralen is 15% gereduceerd, terwijl het niet-

wateroplosbare vezelgehalte steeg van 91 naar 156 g/kg. De samenstelling van de legvoerders is weergegeven in tabel 2.

Tabel 1 Samenstelling opfokvoerders

Grondstof (%)	Opfok Fase 1		Opfok Fase 2		
	0% Verdund	15% Verdund	0% Verdund	15% Verdund	
Tarwe	40,00	34,00	40,00	34,00	
Sojasr RC < 50	12,62	10,74	9,38	7,97	
Gerst	10,00	8,50	10,00	8,50	
Tarwegries	8,00	6,80	10,00	8,50	
Erwten RE < 220	7,00	5,95	10,00	8,50	
Mais	6,00	5,10	6,05	5,50	
Raapschroot RE < 380	5,00	4,25	5,00	4,25	
Lijnzaadschilfers	3,73	3,17	4,08	3,47	
Zonblosr RC 160-200	2,00	1,70	0,00	0,00	
Krijt (fijn gemalen)	1,59	1,35	1,79	1,58	
Monocalciumfosfaat	1,20	1,02	0,81	0,69	
Soya olie	1,00	0,85	1,00	0,85	
Mervit Opfok 2849	0,50	0,43	0,50	0,43	
Natrium-Bicarbonaat	0,26	0,22	0,17	0,14	
L-Lysine	0,19	0,16	0,00	0,00	
Zout	0,17	0,14	0,24	0,20	
DL-Methionine	0,12	0,10	0,01	0,01	
L-Threonine	0,11	0,09	0,01	0,01	
L-Tryptofaan	0,01	0,01	0,00	0,00	
Clinacox (Mervit 2313)	0,50	0,50	0,50	0,50	
Rovozyme	0,03	0,03	0,03	0,03	
Zeezand gedroogd	0,00	10,00	0,00	10,00	
Haverdoppen	0,00	5,00	0,00	5,00	
Berekende nutriënten					
OEpl	MJ	11,00	9,42	11,10	9,50
OESk	MJ	9,94	8,53	10,04	8,60
LYS	g	9,98	8,63	7,94	6,90
VLYSp	g	8,40	7,20	6,40	5,50
VMETp	g	3,56	3,03	2,30	1,96
VCYSp	g	2,63	2,25	2,49	2,13
VM+Cpl	g	6,20	5,29	4,80	4,10
VTRPp	g	1,95	1,66	1,67	1,43
VTHRp	g	6,10	5,20	4,70	4,06
C18:2	g	12,00	10,60	12,13	10,71
C18:3	g	2,63	2,30	2,77	2,41
oP	g	4,00	3,40	3,20	2,73
Cl	g	2,00	1,70	2,00	1,73
Vit. A	i.e.	11.544	9.928	11.544	9.928
Vit. D3	i.e.	2.309	1.986	2.309	1.986
Vit. E	i.e.	38	33	38	33
Geanalyseerde nutriënten					
Drogestof	g/kg	876,0	892,8	873,6	889,8
As	g/kg	58,7	155,9	57,3	150,8
Ruw eiwit	g/kg	207,0	175,0	189,0	149,1
Rvet	g/kg	44,3	32,5	40,0	32,1
Rc	g/kg	43,0	61,0	51,0	50,0
Zetmeel	g/kg	317,0	278,0	334,0	283,0
Suiker	g/kg	47,0	39,0	43,0	31,0
Ca	g/kg	9,5	8,0	9,3	9,6
P	g/kg	7,3	6,1	7,1	6,9
Na	g/kg	1,5	1,4	1,8	1,6
K	g/kg	8,4	7,1	8,3	8,3
NSP (berekend)	g/kg	201,9	212,4	210,3	243,8
NDF	g/kg	151,0	165,0	172,0	155,0
ADF	g/kg	65,0	80,0	70,0	73,0
ADL	g/kg	15,0	16,0	19,0	28,0

Tabel 2 Samenstelling legvoerders

Grondstof (%)		0% verdunning	15% verdunning
Mais		30,00	30,00
Tarwe		29,49	10,85
Sojasr RC < 50		16,92	2,46
Zonblosr RC > 240		3,54	15,00
Gerst		2,50	15,00
Kalksteentjes		7,21	6,09
Maisglvoer RE200-230		1,00	7,50
Soya olie		3,45	0,95
Krijt (fijn gemalen)		2,00	2,00
Raapschroot RE < 380		1,00	4,75
Luz.meel RE > 180		1,00	3,92
Monocalciumfosfaat		0,79	0,43
Mervit Opfok 2849		0,50	0,50
Zout		0,22	0,06
Natrium-Bicarbonaat		0,19	0,27
DL-Methionine		0,14	0,05
L-Lysine		0,06	0,18
Berekende nutriënten			
OEIh	MJ	11,80	10,00
LYS	g	7,72	6,83
VLYSp	g	6,50	5,50
VM+Cpl	g	5,80	4,90
VTHRp	g	4,59	4,10
VTRPp	g	1,55	1,25
C18:2	g	26,6	15,0
C18:3	g	3,1	1,3
oP	g	2,8	2,4
Cl	g	2,0	1,7
Vit. A	i.e.	11544	11544
Vit. D3	i.e.	2309	2309
Vit. E	i.e.	38	38
Geanalyseerde nutriënten			
Drogestof	g/kg	884,0	885,0
As	g/kg	125,7	127,9
Ruw Eiwit	g/kg	159,6	139,9
Ruw vet	g/kg	55,2	37,5
Ruwe celstof	g/kg	29,3	67,0
Zetmeel	g/kg	351,0	313,0
Suiker	g/kg	34,0	32,0
Ca	g/kg	36,0	35,0
P	g/kg	5,5	5,6
K	g/kg	7,3	7,2
NSP (berekend)	g/kg	158,5	234,7
NDF	g/kg	91,3	155,8
ADF	g/kg	39,6	81,9
ADL	g/kg	10,4	24,0

De opfokvoerders werden fijn gemalen over een 2 mm zeef. Uit eerder onderzoek was bekend dat de voeropname van jonge hennen achterbleef als er ongemalen haverdoppen aan het voer werden toegevoegd. Daarom is in dit experiment ervoor gekozen de haverdoppen toe te voegen aan de menger en mee te laten malen door de hamermolen. De legvoerders zijn gemalen over een 3 mm zeef.

Tabel 3 geeft de deeltjesgrootteverdeling weer van de opfok- en legvoerders, gebaseerd op de droge zeefmethode.

Tabel 3 Deeltjesgrootteverdeling van opfok- en legvoerders

Zeeffractie Van zeef (mm)		Tot zeef (mm)		Opfokperiode				Legperiode	
				Fase 1 Gangbaar (%)	Fase 1 Verdund (%)	Fase 2 Gangbaar (%)	Fase 2 Verdund (%)	Gangbaar (%)	Verdund (%)
< 0,125				4,6	2,6	6,2	5,8	0,5	3,9
0,125	0,25			17,8	17,9	18,7	21,4	4,2	8,0
0,25	0,50			26,7	34,5	28,7	32,0	7,5	13,8
0,50	1,25			44,8	40,2	41,4	36,3	21,6	26,6
1,25	2,50			5,5	4,6	4,6	4,2	40,1	26,9
2,50	3,15			0,1	0,1	0,2	0,2	15,3	10,6
>	3,15			0,3	0,1	0,1	0,2	10,8	10,1
Gemiddeld¹ (mm)				0,646	0,610	0,604	0,573	1,824	1,491

¹ Gebaseerd op $0,06 \times \text{fractie} < 0,125 + 0,188 \times \text{fractie} < 0,25 + 0,375 \times \text{fractie} < 0,50 + 0,875 \times \text{fractie} < 1,25 + 1,875 \times \text{fractie} < 2,50 + 2,825 \times \text{fractie} < 3,15 + 3,825 \times \text{fractie} > 3,15 / 100$

Verdunding van opfokvoer met zand en haverdoppen resulteerde in een geringe afname van de gemiddelde deeltjesgrootte van 0,03 mm. Dit werd met name veroorzaakt door een geringer percentage deeltjes in de categorie 0,50 – 1,25 mm en een groter percentage deeltjes in de categorie 0,25 – 0,50 mm. Bij de leghennenvoeders was een afname van de gemiddelde deeltjesgrootte bij de verdunde voeders van 0,33 mm ten opzichte van het gangbare voer. Dit werd vooral veroorzaakt door een afname in de meeste fracties van 1,25 mm en hoger, en een toename van alle fracties kleiner dan 1,25 mm.

2.2 Experimentele opzet

Opfokperiode

De hennen werden bij opzetten at random verdeeld in groepen volgens een 2 x 2 factoriële opzet, waarbij twee rassen (LB en SN) en twee voeders (controle en verdund) werden getest. Elke combinatie was vier keer herhaald. In tabel 4 is een overzicht van de experimentele opzet weergegeven.

Tabel 4 Overzicht van de experimentele opzet tijdens de opfokperiode

	Opfokvoer		Aantal herhalingen
	1 (controle)	2 (verdund)	
Lohmann Brown (LB)	4	4	n=8
Silver Nick (SN)	4	4	n=8
Aantal herhalingen	n=8	n=8	

Legperiode

De twee behandelingen uit de opfokperiode zijn gesplitst in twee vervolghandelingen volgens het volgende factoriële ontwerp:

- Opfokvoer 0% verdund: legvoer 0% verdund
- Opfokvoer 0% verdund: legvoer 15% verdund
- Opfokvoer 15% verdund: legvoer 0% verdund
- Opfokvoer 15% verdund: legvoer 15% verdund

Deze proefopzet maakte het mogelijk na te gaan wat het effect is van wel/geen verdunding in de opfokperiode, wel/geen verdunding in de legperiode of de interactie tussen opfok- en legperiode.

2.3 Metingen

Opfokperiode

Tijdens de opfokperiode zijn variabelen gebruikt (weergegeven in tabel 5) om de data te verzamelen. Dagelijks zijn twee keer de omgevingstemperatuur en de luchtvochtigheid gemeten. Eenmaal per week werden de hennen en de voerresten gewogen. Van de voerresten zijn monsters genomen voor verdere analyses van de samenstelling. De Weende analyse is gebruikt om het drogestofgehalte te meten, evenals ruw eiwit, ruw vet, ruw as en ruwe celstof. Daarnaast zijn ook zetmeel, suiker, mineralen, neutral detergent fibre (NDF), acid detergent fibre (ADF) en detergent lignin (ADL) gemeten.

Wekelijks is het verenpikgedrag (VP) geobserveerd door live observaties. Aan de hand van het ethogram in tabel 6 zijn de gedragingen gescoord. Per hok waren vier hennen geselecteerd en met een gekleurde pootring individueel herkenbaar gemaakt. Wekelijks werden twee van de hennen gedurende 10 minuten geobserveerd. Verenpikgedrag was opgesplitst in zacht en hard verenpikken. Wanneer de geobserveerde hen naar andere hennen pikte, werd dit genoteerd als verenpikken naar soortgenoten; en omgekeerd: als de geobserveerde hen door een andere hen gepikt werd, is dit genoteerd als verenpikken slachtoffer. Elke pik is genoteerd en per week gemiddeld en gecorrigeerd naar het aantal hennen per hok. Om het verder te standaardiseren is voor elk hok de frequentie van het VP per 10 hennen / 30 minuten berekend.

Om de 3 weken is de conditie van het verenkleed gescoord volgens de scoringsmethode van Bilcik and Keeling (1999). Een verenscore van 0 betekent geen schade, terwijl een hoger getal meer schade en/of wonden betekent. Tabel 7 toont een overzicht van deze scoringsmethode. Zes lichaamsdelen van de hennen (vleugels, nek, rug, romp, buik en staart) zijn gescoord tussen de 0 en 5 op beschadigingen, en bij krassen/verwondingen werd een score tussen de 0 en 4 gegeven. Door de scores op te tellen is een totaalscore voor verenschade berekend en gecorrigeerd naar het aantal hennen per hok.

Ook het algemeen gedrag en de eettijd zijn eens per 3 weken geobserveerd. Algemeen gedrag is door live observaties waargenomen met behulp van een scan sampling techniek. Elk hok is 10 minuten geobserveerd en om de 2 minuten werd genoteerd wat de hennen aan het doen waren. De live observaties begonnen met een adaptatiefase van 1 minuut, gevolgd door een observatiefase. Elke gedraging (weergegeven in tabel 6), werd per observatieperiode zesmaal genoteerd en de gemiddelde waarden zijn als percentage van het totaal aantal gedragingen weergegeven.

De eettijd is met behulp van video-opnames vastgelegd en daarna geanalyseerd met Observer®. Elk hok werd een uur lang gevolgd en het middelste half uur is gebruikt voor het observeren van de eettijd door alle etende hennen te tellen. Na dit halfuur werd het totaal aantal etende hennen als percentage van de groepsgrootte berekend.

Aan het eind van het experiment zijn per hok twee hennen gebruikt voor sectie om de ontwikkeling van het maagdarmstelsel te analyseren. Het volle en lege gewicht van de krop, kliermaag, spiermaag, dunne darm, dikke darm en blinde darm zijn gewogen.

Legperiode

Verenpikgedrag en verenschade zijn gedurende de legperiode respectievelijk drie- en viermaal gescoord.

De voeropname en de legprestaties zijn wekelijks geregistreerd. In twee hokken waren aan het einde van het experiment problemen met de watervoorziening, wat zich uitte in een terugval in voeropname en legprestaties. De resultaten van deze hokken tijdens deze 2 weken zijn daarom niet meegenomen in de statistische verwerking.

Tijdens de periode van 24 tot 27 weken leeftijd was er een terugval in de dierprestaties. Mogelijk was deze het gevolg van een coccidiosebesmetting.

Alle data zijn opgeslagen in Microsoft Excel and Access.

Tabel 5 Respons variabelen gemeten gedurende de opfokperiode van week 1 tot 16

Respons variabele	Data verzameling
Lichaamsgewicht (kg) - groei	Wekelijks gewogen (gewicht per hok)
Voermonsters	Verzameld eenmaal per week
Voer opname:	Wekelijks gewogen
- voerconsumptie	
- voederconversie	
Eettijd	Eens per 3 weken geobserveerd en vastgelegd op video
Verenpikgedrag:	Eens per 3 weken geobserveerd, m.u.v. VP, dat wekelijks is geobserveerd
- conditie verenkleed	
- verenpikgedrag	
- algemeen gedrag	
Omgevingsfactoren	Tweemaal daags genoteerd (ochtend, namiddag)
- temperatuur	
- relatieve luchtvochtigheid	

Tabel 6 Ethogram met geobserveerde gedragingen (staand of zittend postuur)

Gedrag	Definitie
<i>Pikfrequenties</i>	
Zacht VP	Zacht pikken naar de veren van soortgenoten, in het algemeen vaak een serie pikken (elke afzonderlijke pik is gescoord)
Hard VP	Hard pikken/trekken naar veren van soortgenoten
Agressief pikken	Krachtig en snel pikken naar (vooral) de kop van soortgenoten
Kampikken	Pikken naar de kam van soortgenoten
Kooipikken	Pikken aan de muren van het hok
<i>Andere frequenties</i>	
Bodemkrabben	Hen maakt krabbende bewegingen met beide poten in het strooisel als onderdeel van het foerageergedrag (elke beweging is gescoord)
<i>Algemeen gedrag</i>	
Eten	Aantal kippen dat bij de voerbak aan het eten is
Fourageren	Aantal kippen dat in het strooisel aan het pikken en krabben is (apart gescoord als bodemkrabben) of als de kop in een lagere positie is dan de romp
Poetsen	Poetsen gedrag zoals beschreven is door Kruijt (1964): bijvoorbeeld zelf pikken, knabbelen, trekken, kammen, hoofdwrijven
Lopen	Lopen, rennen, springen of vliegen (samengaand met het slaan van de vleugels)
Stofbaden	Zitten en verticaal schudden van de vleugels, schudden met het lichaam, pikken in het strooisel en/of krabben, wrijven met de kop over lichaam
Drinken	Drinken uit dinknippels
Rusten	Zitten of staan (zonder beweging van de poten)

Tabel 7 Scores van het verenkleed, volgens de methode van Bilcik and Keeling

Conditie van het verenkleed op de vleugels, nek, rug, romp, buik en staart	
0	Intact verenkleed
1	Sommige veren beschadigd, minder dan drie veren weg
2	Veren licht beschadigd, meer dan drie veren weg
3	Kaal plek met een diameter van < 5 cm, of minder dan 50% van het totale oppervlak
4	Kaal plek met een diameter > 5 cm, of meer dan 50% van het totale oppervlak
5	Volledig kaal plek
Wonden en krassen op vleugels, nek, rug, romp, buik en staart	
0	Geen krassen
1	Minder dan vijf krassen
2	Vijf krassen of meer, of een wond met een diameter < 1 cm
3	Verwonding met een diameter van > 1 cm, maar met een diameter < 2 cm
4	Verwonding met een diameter > 2 cm

2.4 Statistische analyse

De data van de opfokperiode is geanalyseerd met een mixed model procedure in het statistische programma SAS® 9.1.

Fixed model: $\mu + \text{Voer} + \text{Ras} + \text{Voer} \times \text{Ras} + \text{Week} + \text{Week} \times \text{Voer} + \text{Week} \times \text{Ras} + \text{Week} \times \text{Ras} \times \text{Voer} + \text{Periode}$

Random effect: Hok

Voor de herhaalde waarnemingen zijn correcties gemaakt door het toevoegen van een covariabele voor elke week. Voor elke variabele is de best passende covariantiestructuur gekozen (Toeplitz, Compound structure, Unstructured). Twee variabelen, stofbaden en bodemkrabben, zijn Log getransformeerd om normale verdeling te krijgen. Er zijn geen significante correlaties gevonden.

De data van de ontwikkeling van het maagdarmkanaal is geanalyseerd met een GLM procedure in SAS® 9.1.

De data van de legperiode zijn geanalyseerd met een REML procedure in het statistische programma Gentstatt.

Fixed model: $\mu + \text{Verdunning opfokvoer} + \text{Verdunning legvoer} + \text{Week} + \text{Week} \times \text{Verdunning opfokvoer} + \text{Week} \times \text{Verdunning legvoer} + \text{Week} \times \text{Verdunning opfokvoer} \times \text{Verdunning legvoer} + \text{Periode}$

Random effect: Hok

3 Resultaten opfokperiode

De resultaten van de ontwikkeling van de hennen, voeropname, eettijd, het verenpikken, algemene gedragingen en ontwikkeling van het maagdarmstelsel werken we in dit hoofdstuk verder uit.

3.1 Ontwikkeling van de hennen

Tabel 8 geeft een overzicht van de groei, voeropname en eettijd van de hennen. De hennen met het verdunde voer hadden een hogere voeropname (11,7%), een lager lichaamsgewicht (1%), een lagere groei (1%), een hogere F:G ratio (12,6%), en een langere eettijd (12,7%) vergeleken met de hennen die het controlevoer ontvingen.

Bij de rassen zijn alleen verschillen gevonden tussen lichaamsgewicht en groei. De LB-hennen waren zwaarder (2,4%), en groeiden sneller (1,7%) dan de SN-hennen.

Er zijn geen significante interacties gevonden tussen ras en voer, maar er was wel interactie tussen week en ras bij voeropname, lichaamsgewicht, groei en F:G ratio. Interactie tussen week en voer was alleen aanwezig tussen voeropname en lichaamsgewicht.

Tabel 8 Groei, voeropname en eettijd per behandeling tijdens de opfokperiode bij SN- en LB-hennen van 1 tot 16 weken oud

Behandeling	Voer opname (g/hen/d)	Lichaamsgewicht (g)	Groei (g/week)	Voeder conversie	Eettijd (%)
Ras					
SN	57,92	694,89	90,05	4,39	13,84
LB	58,18	711,37	91,57	4,41	13,90
SE	0,18	2,04	0,31	0,04	0,37
Voer					
Controle	54,83	706,65	91,22	4,14	13,04
Verdond	61,26	699,61	90,39	4,66	14,70
SE	0,18	2,04	0,31	0,04	0,37
Ras x voer					
SN-controle	54,73	698,43	90,11	4,16	12,96
SN-verdond	61,11	691,36	89,99	4,62	14,72
LB-controle	54,94	714,86	92,33	4,13	13,12
LB-verdond	61,42	707,87	90,80	4,70	14,68
SE	0,25	2,88	0,44	0,06	0,52
P-waarde					
Ras	NS	***	***	NS	NS
Voer	***	**	*	***	***
Ras x Voer	NS	NS	NS	NS	NS
Week	***	***	***	***	***
Week x Ras	**	***	***	**	NS
Week x Voer	***	***	NS	NS	NS
Week x Ras x Voer	***	NS	NS	NS	NS
Periode					NS

NS=niet significant, p>0.10; * p<0.10, ** p<0.05, *** p<0.01

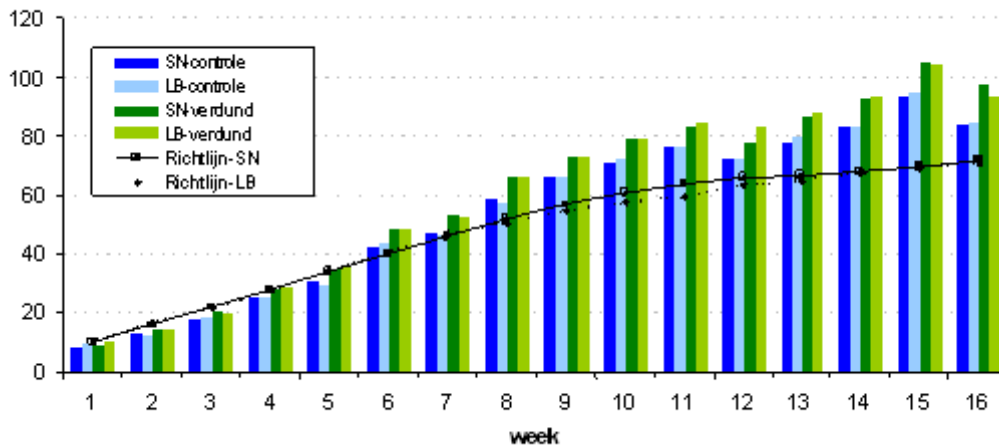
In de figuren 1 t/m 5 zijn de wekelijkse ontwikkelingen van de rassen en voeders weergegeven. Figuur 1 laat zien dat de voeropname bij de hennen met het verdunde voer hoger was dan bij de controlegroep, maar tussen rassen varieerde de voeropname. In figuur 2 is het gemiddelde lichaamsgewicht per week weergegeven. Het figuur laat zien dat de LB- hennen zwaarder waren dan het streefgewicht. Tussen de voeders zijn kleine verschillen gevonden, maar die waren wel significant.

De groeicurve in figuur 3 laat zien dat de eerste 10 weken de groei vrijwel lineair was, gevolgd door een lichte daling in week 11 tot 13, daarna weer een lichte stijging in week 14 en 15, en vervolgens weer dalend in week 16.

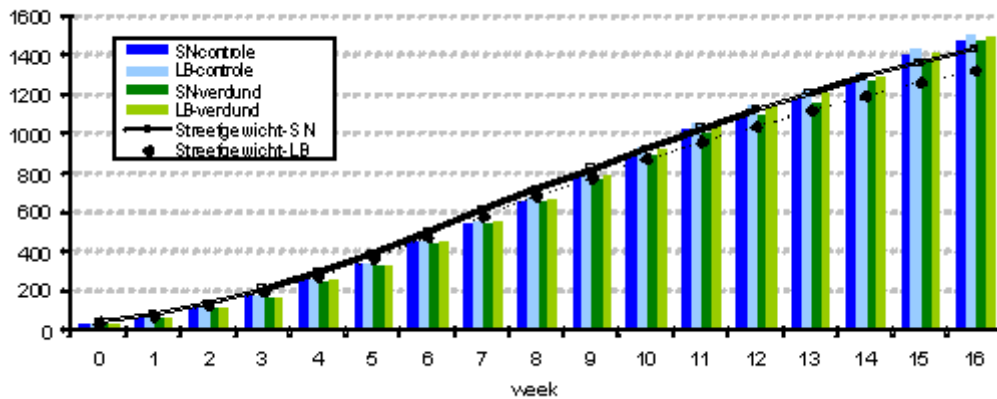
De F:G ratio's, weergegeven in figuur 4, laten zien dat hennen die het onverdunde voer kregen een slechtere F:G ratio hadden dan de hennen met het controlevoer, met uitzondering van week 14 en 16 waarin de SN-hennen een betere F:G ratio hadden dan de controlegroep.

In figuur 5 is de eettijd weergegeven. Dit figuur laat zien dat de eettijd langer was bij hennen met het verdunde voer dan bij de controlegroep. Vanaf week 15 lijken de verschillen kleiner te worden.

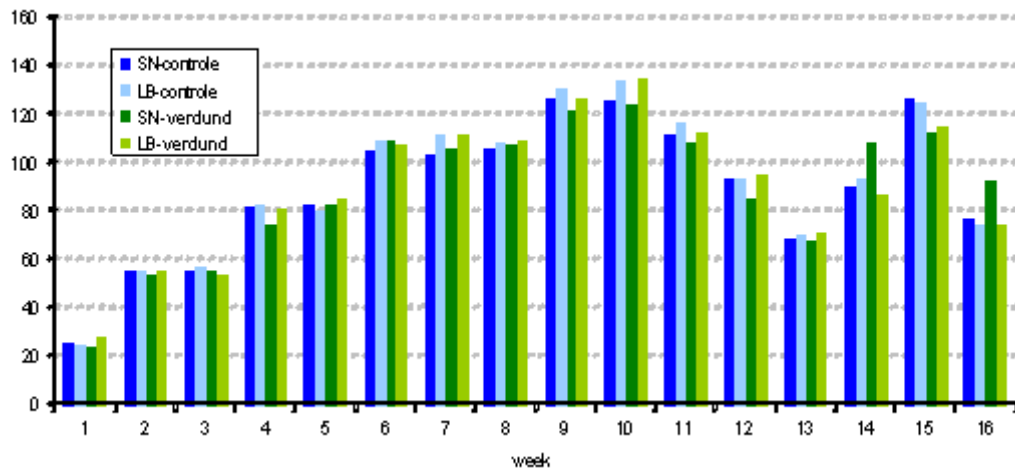
Figuur 1 Gemiddelde voeropname bij hennen van 1 tot 16 weken oud



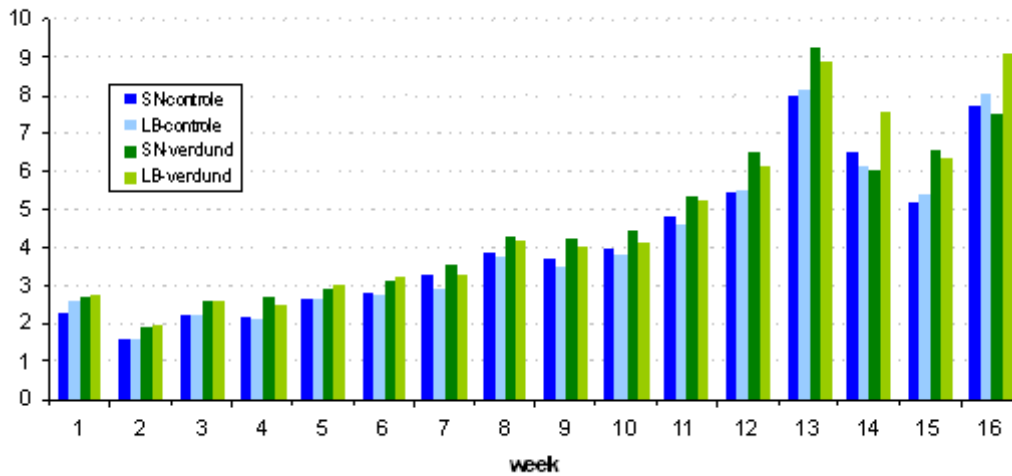
Figuur 2 Gemiddeld lichaamsgewicht bij hennen van 1 tot 16 weken oud



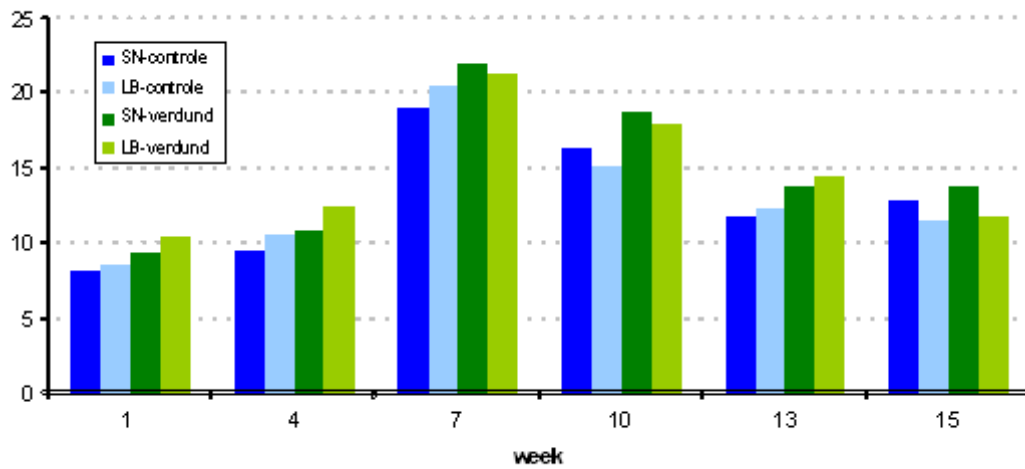
Figuur 3 Gemiddelde groei bij hennen van 1 tot 16 weken oud



Figuur 4 Gemiddeld F:G ratio bij hennen van 1 tot 16 weken oud



Figuur 5 Gemiddelde eettijd bij hennen van 1 tot 16 weken oud



3.2 Verenpikgedrag

Tabel 9 toont een overzicht van de resultaten van het verenpikgedrag en de scores van het verenkleed. In de tabel is te zien dat alleen ras een effect had op de totale verenscore. De SN-hennen hadden meer verenschade en/of wonden (16,6%) dan de LB-hennen. De hennen die het verdunde voer kregen, vertoonden meer zacht en hard VP naar soortgenoten dan hennen met het controlevoer kregen: respectievelijk 46,4 and 105%.

Tussen de verenscores en het VP-gedrag zijn geen correlaties gevonden.

Tabel 9 Veerschade en verenpikgedrag per behandeling tijdens de opfokperiode bij SN en LB hennen van 1 tot 16 wk oud

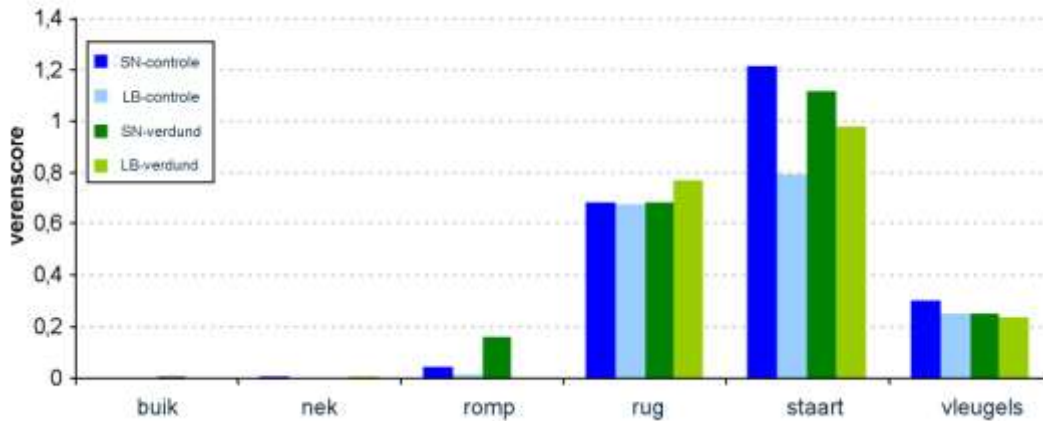
Behandeling	Veerschade score totaal	Zacht VP naar soortgenoten	Hard VP naar soortgenoten	Zacht VP slachtoffer	Hard VP slachtoffer
Ras					
SN	2,23	3,43	0,31	2,60	0,51
LB	1,86	3,48	0,29	2,87	0,30
SE	0,14	0,50	0,10	0,51	0,09
Voer					
Controle	1,99	2,80	0,20	2,98	0,40
Verdond	2,10	4,10	0,41	2,48	0,41
SE	0,14	0,50	0,10	0,51	0,09
Ras x Voer					
SN-controle	2,24	2,78	0,19	2,83	0,46
SN-verdond	2,21	4,08	0,43	2,37	0,55
LB-controle	1,73	2,82	0,21	3,14	0,34
LB-verdond	1,99	4,13	0,38	2,59	0,27
SE	0,20	0,70	0,15	0,73	0,13
P-waarde					
Ras	*	NS	NS	NS	NS
Voer	NS	*	*	NS	NS
Ras x Voer	NS	NS	NS	NS	NS
Week	***	*	***	***	***
Week x Ras	***	NS	NS	NS	*
Week x Voer	NS	NS	NS	NS	NS
Week x Ras x Voer	NS	NS	***	**	***
Periode		NS	NS	NS	*

NS, $p > 0,10$; * $p < 0,10$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,01$

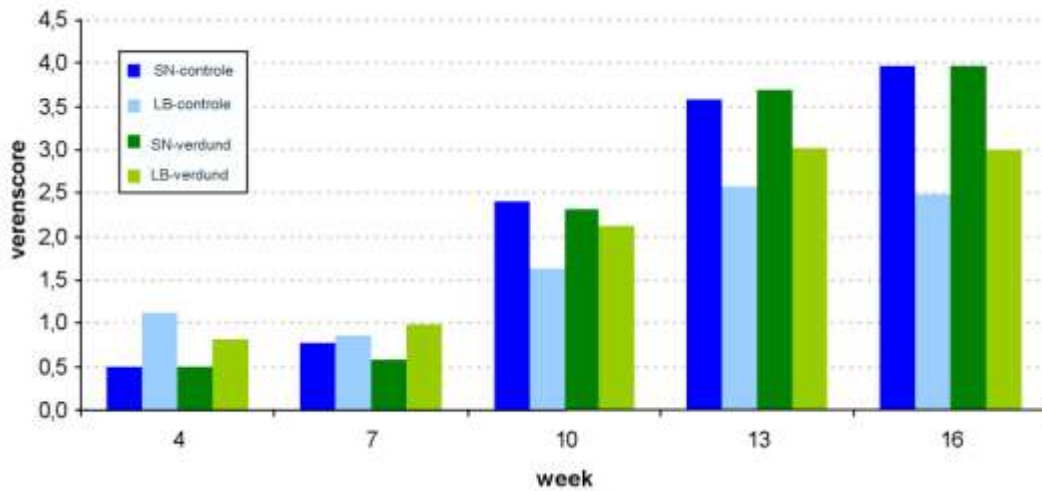
In figuur 6 is de gemiddelde verenscore van elk gescoord lichaamsdeel weergegeven. Het figuur laat zien dat de meeste schade/verwondingen bij de nek en staart van de hennen werd waargenomen. Ook de vleugels waren meer beschadigd dan de buik, nek en romp.

In figuur 7 is de gemiddelde verenscore weergegeven per momentopname. Een stijgende lijn lijkt zich te ontwikkelen bij de verenschade. De SN-hennen lijken slechter te scoren op hun verenkleed vanaf week 10 dan de LB-hennen.

Figuur 6 Gemiddelde verenscore op de buik, nek, romp, rug, staart en vleugels bij hennen van 1 tot 16 weken oud



Figuur 7 Gemiddelde totale verenscore bij hennen van 1 tot 16 weken oud



3.3 Algemeen gedrag

Tabel 10 is een overzicht van de algemene gedragingen die geobserveerd zijn bij de hennen tijdens het experiment. De tabel laat zien dat hennen die verdunde voer kregen, meer gerelateerdgedrag vertoonden (13,4%) en meer tijd besteedden aan lopen (8,6%) en stofbaden (8,3%). Tussen rassen zijn alleen verschillen gevonden tussen het stofbadgedrag. LB-hennen vertoonden meer stofbadgedrag (184,6%) dan SN-hennen. Interacties tussen voer en ras zijn alleen aanwezig bij het krabben met de poten. Interacties tussen week en ras waren aanwezig bij poetsen, lopen, rusten en overige gedragingen. Interacties tussen week en voer zagen we alleen bij poetsen en loopgedrag. Periode van de dag had ook effect op eten, poetsen, lopen, stofbaden en overige gedragingen.

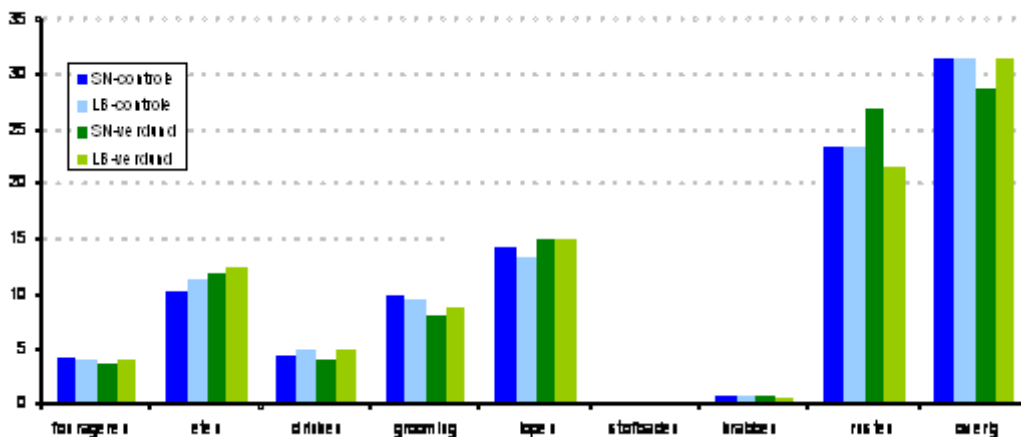
Tabel 10 Algemeen gedrag (% van het totaal aantal geobserveerde hennen) geobserveerd met de scan sampling techniek bij SN- en LB-hennen tijdens de opfokperiode tussen de leeftijd van 1 tot 16 weken oud

Behandeling	Fourageren	Eten	Drinken	Poetsen	Lopen	Stofbaden	Bodemkrabben	Rusten	Overig
Ras									
SN	4,04	11,29	4,27	9,19	14,81	0,13	0,89	25,40	30,17
LB	4,00	12,00	4,99	9,20	14,44	0,37	0,84	22,74	31,23
SE	0,32	0,47	0,36	0,61	0,39	0,07	0,12	1,82	1,25
Voer									
Controle	4,10	10,91	4,76	9,83	14,02	0,24	0,96	23,70	31,42
Verdund	3,94	12,37	4,51	8,55	15,23	0,26	0,76	24,45	29,97
SE	0,32	0,47	0,36	0,61	0,39	0,07	0,12	1,82	1,25
Ras x Voer									
SN-controle	4,17	10,25	4,65	9,96	14,49	0,10	0,95	23,77	31,25
SN-verdund	3,92	12,32	3,90	8,42	15,12	0,16	0,82	27,03	29,08
LB-controle	4,04	11,57	4,87	9,71	13,54	0,38	0,97	23,63	31,60
LB-verdund	3,97	12,42	5,11	8,68	15,34	0,36	0,71	21,86	30,85
SE	0,45	0,66	0,51	0,86	0,55	0,10	0,17	2,59	1,78
P-waarde									
Ras	NS	NS	NS	NS	NS	*	NS	NS	NS
Voer	NS	**	NS	NS	**	*	NS	NS	NS
Ras x Voer	NS	NS	NS	NS	NS	NS	**	NS	NS
Week	***	***	***	***	***	***	***	***	***
Week x	NS	NS	NS	**	**	NS	NS	**	**
Ras									
Week x	NS	NS	NS	*	***	NS	NS	NS	NS
Voer									
Week x	NS	***	NS	*	***	NS	NS	NS	NS
Ras x Voer									
Periode	NS	***	NS	***	***	***	NS	NS	*

[†] log getransformeerd; NS = niet significant, p>0,10; * p<0,10, ** p<0,05, *** p<0,01

Figuur 8 is een overzicht van het algemene gedrag van de hennen. Het figuur laat zien dat eten, lopen en rusten het vaakst gebeurden. Het poetsen kwam minder vaak voor bij hennen die het verdunde voer kregen, maar dit was niet significant verschillend van de controlegroep.

Figuur 8 Algemeen gedrag bij hennen van 1 tot 16 weken oud



3.4 Ontwikkeling maagdarm stelsel

De ontwikkeling van het maagdarmstelsel laat alleen verschillen zien in ontwikkeling van de spiermaag en de dunne darm tussen de voeders (zie tabel 11). Verdund voer resulteerde in zwaardere spiermagen (41%, leeg gewicht) en lichter gewicht van de dunne darm (13,1%, leeg gewicht).

Tabel 11 Relatief leeg en vol gewicht van de krop, kliermaag, spiermaag, dunne darm, colon en caeca (g/kg lichaamsgewicht) per behandeling tijdens de opfokperiode van SN en LB leghennen van 1 tot 16 wk oud

Behandeling	Krop vol	Krop leeg	Kliermaag vol	Kliermaag leeg	Spiermaag vol	Spiermaag leeg	Dunne darm vol	Dunne darm leeg	Colon vol	Colon leeg	Caeca vol	Caeca leeg
Ras												
SN	5,73	3,85	3,95	3,59	34,79	23,83	38,72	25,46	4,46	2,04	10,42	5,15
LB	5,02	3,91	3,95	3,67	33,97	23,12	35,78	23,92	4,24	2,02	10,34	5,11
SE	0,44	0,24	0,15	0,11	1,51	0,60	1,46	0,72	0,38	0,07	0,33	0,12
Voer												
Controle	5,69	3,93	3,96	3,51	26,99 ^a	19,48 ^a	39,88 ^a	26,42 ^a	4,14	2,01	10,26	5,19
Verdund	5,06	3,83	3,94	3,75	41,76 ^b	27,46 ^b	34,62 ^b	22,96 ^b	4,57	2,05	10,50	5,06
SE	0,44	0,24	0,15	0,11	1,51	0,60	1,46	0,72	0,38	0,07	0,33	0,12
Ras x Voer												
SN-controle	5,65	3,92	3,98	3,49	28,22	20,27	40,52	27,12	3,80	2,06	10,22	5,41
SN-verdund	5,82	3,79	3,92	3,70	41,36	27,38	36,91	23,79	5,13	2,01	10,61	4,89
LB-controle	5,74	3,95	3,95	3,53	25,77	18,69	39,24	25,71	4,48	1,95	10,29	4,97
LB-verdund	4,29	3,86	3,95	3,81	42,17	27,55	32,32	22,12	4,01	2,10	10,38	5,24
SE	0,62	0,34	0,22	0,15	2,14	0,85	2,07	1,01	0,53	0,10	0,47	0,17
P-waarde												
Ras	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Voer	NS	NS	NS	NS	***	***	**	***	NS	NS	NS	NS
Ras * Voer	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	**

^{ab} waarden in dezelfde kolom met een verschillende superscript zijn significant verschillend (P<0,05); NS = niet significant, p>0,10; * p<0,10, ** p<0,05, *** p<0,01

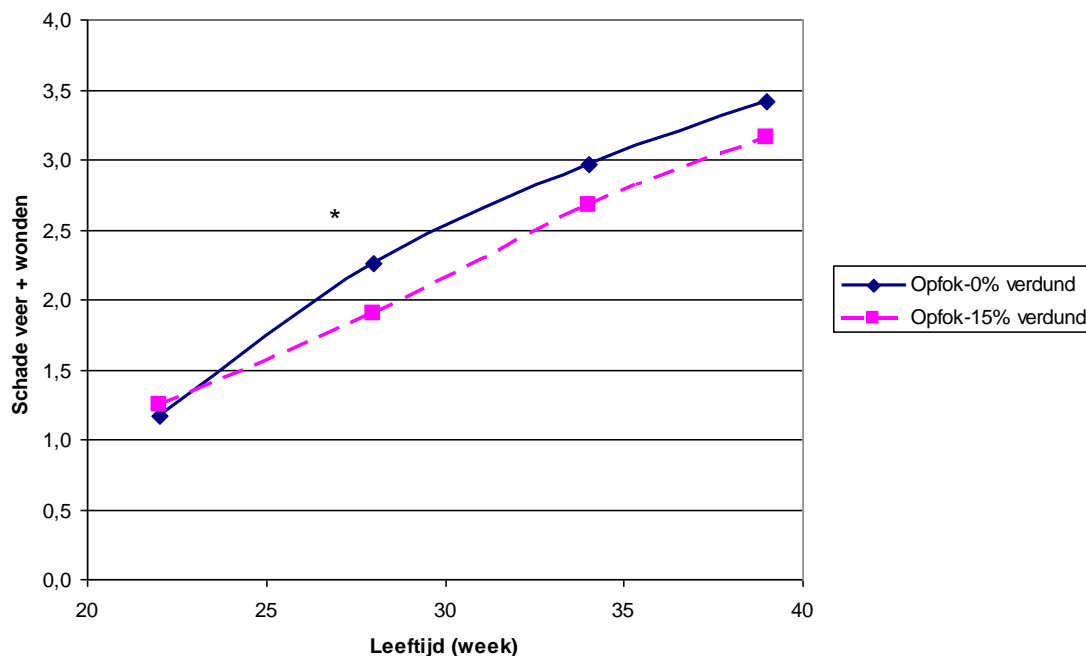
4 Resultaten legperiode

4.1 Schade aan huid en verenkleed

Tabel 12 geeft een overzicht van zowel het gemiddelde niveau als het niveau per lichaamssegment van de schade aan de huid en het verenkleed per behandeling. Deze schade is het directe gevolg van het verenpikgedrag.

Als gevolg van het toepassen van het verenpikmodel, was er veel verenpikgedrag. Dit heeft geresulteerd in hoge niveaus van verenschade. Aan het einde van de legperiode was het schadeniveau bij de hennen op het onverdunde voer opgelopen tot ruim 70% van de maximale score. Het verdunningsniveau van het opfokvoer had een weekafhankelijk effect ($P=0,002$) op het gemiddelde niveau van veer- + huidschade (figuur 9). In week 22 was er nog geen verschil in schade tussen de behandelingen. Hennen met het verdunde opfokvoer hadden in week 28 minder schade dan hennen die het onverdunde opfokvoer kregen. Na week 28 had het verdunningsniveau van het opfokvoer geen aantoonbaar carry-over effect meer op het verloop van de schade.

Figuur 9 Effect van verdunningsniveau van het opfokvoer op het verloop van veer- en huidschade tijdens de legperiode



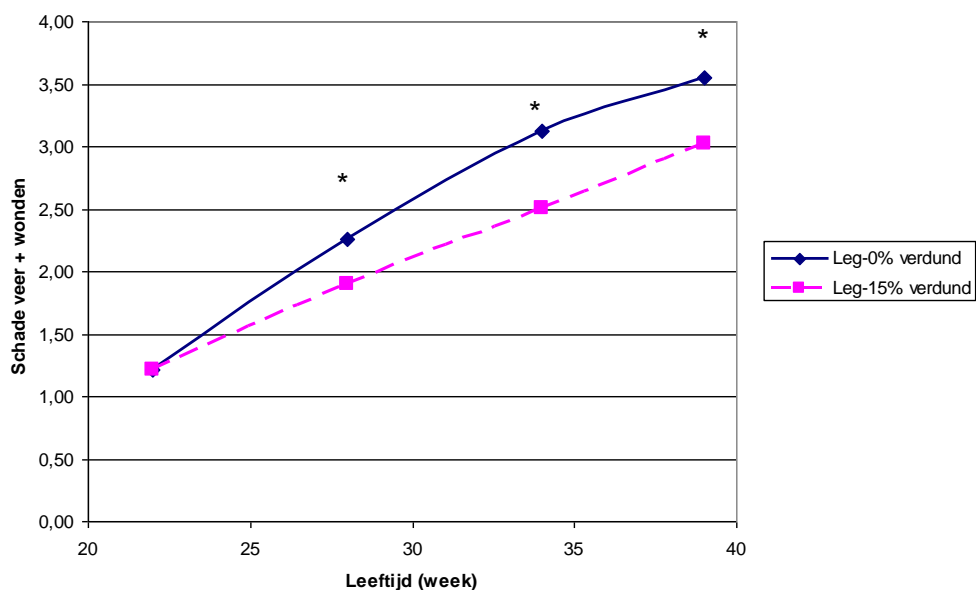
Ook het verdunningsniveau van het legvoer had een weekafhankelijk effect ($P<0,001$) op het gemiddelde niveau van veer- en huidschade (figuur 10). In week 22 was er nog geen verschil in schade tussen de behandelingen. Vanaf week 28 tot aan het einde van het experiment was er minder schade bij hennen die verdund legvoer kregen. Gemiddeld over de legperiode resulteerde het verdunde legvoer in 15% reductie van de schade (2,54 vs. 2,16; zie tabel 9).

Tabel 12 Optreden van veer- en huidschade per lichaamsdeel en gemiddeld per behandeling, waarbij score 0 = intact verenkleed, geen wonden en score 5 = volledig kaal of ernstige wonden

Lichaamssegment	Legbuik		Nek		Overgang rug – staart		Midden rug		Staart		Veer (gem.)	Veer + wonden (gem.)	Wonden (gem.)
	Veer	Huid	Veer	Huid	Veer	Huid	Veer	Huid	Veer	Huid			
Verdunning opfokperiode													
0% verdund	1,94	0,17	0,83	0,00	2,51	0,28	2,98	0,24	3,09	0,21	2,27	2,45	0,18
15% verdund	1,65	0,25	0,67	0,00	2,45	0,34	2,68	0,18	2,84	0,16	2,06	2,24	0,18
Sd	0,24	0,07	0,12		0,25	0,08	0,18	0,06	0,19	0,05	0,17	0,18	0,03
Verdunning legperiode													
0% verdund	2,06	0,25	0,81	0,00	2,69	0,41	2,94	0,26	3,02	0,24	2,30	2,54	0,23
15% verdund	1,54	0,16	0,69	0,00	2,27	0,21	2,73	0,15	2,92	0,13	2,03	2,16	0,13
Sd	0,24	0,07	0,12		0,25	0,08	0,18	0,06	0,19	0,05	0,17	0,18	0,03
Verdunning opfok x leg													
Opfok 0% verd, Leg 0% verd	2,14	0,26	0,86	0,00	2,71	0,39	3,14	0,34	3,14	0,30	2,40	2,66	0,26
Opfok 15% verd, Leg 0% verd	1,97	0,25	0,76	0,00	2,67	0,44	2,73	0,19	2,89	0,19	2,20	2,42	0,21
Opfok 0% verd, Leg 15% verd	1,75	0,08	0,79	0,00	2,30	0,18	2,82	0,15	3,05	0,13	2,14	2,25	0,11
Opfok 15% verd, Leg 15% sd	1,34	0,24	0,58	0,00	2,24	0,25	2,63	0,16	2,79	0,13	1,92	2,07	0,16
	0,34	0,10	0,16		0,35	0,11	0,25	0,09	0,27	0,07	0,24	0,25	0,04
P-waarde													
Verdunning opfok	0,230	0,276	0,174	---	0,813	0,450	0,108	0,300	0,202	0,324	0,223	0,250	0,916
Verdunning leg	0,059*	0,186	0,358	---	0,137	0,018	0,283	0,099	0,668	0,031	0,158	0,063	0,004
Week	<0,001	<0,001	<0,001	---	<0,001	0,021	<0,001	0,196	<0,001	0,010	<0,001	<0,001	0,095
Verd. Opfok x verd. leg	0,632	0,226	0,629	---	0,967	0,874	0,542	0,206	0,976	0,297	0,932	0,855	0,146
Verdunning opfok x Week	0,001	0,002	0,088*	---	0,727	0,275	0,025	0,049	0,015	0,004	0,005	0,002	0,015
Verdunning Leg x Week	<0,001	0,012	0,069*	---	0,006	0,442	0,006	<0,001	0,593	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Opfok x Leg x Week	0,367	0,582	0,542	---	0,878	0,002	0,778	0,004	0,652	0,486	0,677	0,174	0,019

* = 0,05 < p < 0,10

Figuur 10 Effect van verdunningsniveau van het legvoer op het verloop van veer- + huidschade tijdens de legperiode



Verstrekking van verdund *legvoer* had in dit experiment dus een groter effect op het reduceren van de schade aan huid en verenkleed dan verstrekken van verdund *opfokvoer*. De minste schade deed zich voor als hennen zowel tijdens de opfok- als de legperiode verdund voer kregen. Hoewel niet significant verschillend, was er gemiddeld 22% minder schade (2,66 vs. 2,07; zie tabel 12) dan bij hennen die uitsluitend onverdund voer kregen. Hoewel de schade bij alle behandelingen een stijgende tendens vertoonde, resulteerde het verstrekken van verdund opfok- en legvoer in een vertraging in ontwikkeling van de schade van 8 weken.

De schade aan het verenkleed verspreidde zich in de loop van de legperiode steeds meer over het lichaam van de hennen. Aanvankelijk was er alleen schade rond de staartinplant, maar geleidelijk aan verspreidde deze zich steeds meer over de rug, de legbuik en de nek. De conclusies over het gemiddelde schadeniveau zijn in de meeste gevallen ook toepasbaar op de onderliggende lichaamssegmenten.

4.2 Gedrag

Het optreden van de verschillende vormen van pikgedrag is weergegeven in tabel 13. Het niveau van zacht verenpikken (enkele pikken) is beduidend (circa 35%) lager bij hennen die zowel tijdens de opfok- als legperiode verdund voer kregen dan bij de andere drie behandelingen ($P=0,059$). Er was tussen de proefbehandelingen geen verschil in het aantal series uitgevoerde zachte verenpikken.

Er was een significant weekeffect voor hard verenpikken. Dit gedrag kwam in de tweede helft van de legperiode aantoonbaar vaker voor dan in de eerste helft. Hennen die in de opfokperiode gewend zijn aan verdund voer vertoonden ten opzichte van alle andere behandelingen een tendens ($P=0,109$) tot juist meer hard verenpikgedrag in de legperiode als ze dan onverdund voer kregen. Bodempikgedrag is de meest voorkomende pikvorm. Hennen met verdund legvoer vertoonden dit gedrag 28% minder dan hennen met onverdund legvoer (1,59 vs. 1,15 pik/hen; $P=0,080$). Ook pikten deze hennen minder naar voorwerpen in het hok. Het totaal aantal pikken nam bij verstrekking van verdund legmeel met 23% af ten opzichte van het onverdunde legmeel (3,37 vs. 2,60 pik/hen; $P=0,049$).

Hoewel het verdunningsniveau van het opfokvoer geen overall effect had op het totaal aantal pikken, was er wel een interactie tussen opfokvoer en week. Hennen die in de opfokperiode verdund opfokvoer kregen, vertoonden tot week 28 veel minder totaal pikken (2,18 vs. 3,36 pik/hen), terwijl ze na week 28 juist veel meer totaal pikken vertoonden (3,50 vs. 2,68 pik/hen).

Tabel 13 Optreden van pikgedragingen per behandeling, uitgedrukt in aantal pikken per gemiddeld aanwezige hen per 10 minuten

Soort pikgedrag	Zacht verenpikken		Hard verenpikken		Bodem pikken	Hok pikken	Agressief pikken	Totaal pikken ¹
	Enkele pik	Serie (bouts)	Enkele pik	Serie (bouts)				
Verdunning opfokperiode								
0% verdund	0,48	0,26	0,63	0,14	1,35	0,02	0,03	2,91
15% verdund	0,42	0,27	0,74	0,15	1,39	0,06	0,03	3,06
sd	0,059	0,070	0,175	0,059	0,240	0,026	0,013	0,366
Verdunning legperiode								
0% verdund	0,48	0,26	0,81	0,14	1,59	0,07	0,02	3,37
15% verdund	0,42	0,27	0,56	0,15	1,15	0,02	0,03	2,60
Sd	0,059	0,070	0,175	0,059	0,240	0,026	0,013	0,366
Verdunning opfok x leg								
Opfok 0% verd, Leg 0% verd	0,45	0,20	0,61	0,13	1,56	0,04	0,02	3,00
Opfok 15% verd, Leg 0% verd	0,51	0,31	1,01	0,15	1,63	0,11	0,02	3,74
Opfok 0% verd, Leg 15% verd	0,51	0,31	0,65	0,15	1,14	0,01	0,04	2,82
Opfok 15% verd, Leg 15% verd	0,33	0,23	0,47	0,14	1,16	0,02	0,03	2,38
sd	0,084	0,099	0,191	0,084	0,339	0,05	0,018	0,518
P-waarde								
Verdunning opfok	0,287	0,862	0,523	0,895	0,864	0,126	0,947	0,685
Verdunning leg	0,325	0,832	0,167	0,877	0,080*	0,054*	0,268	0,049*
Week	0,277	0,762	0,018	0,057*	<0,001	0,198	0,059*	0,103
Verd. opfok* verd. leg	0,059*	0,207	0,109	0,822	0,900	0,278	0,546	0,126
Verdunning opfok*Week	0,125	0,453	0,086*	0,693	0,080*	0,778	0,250	0,016*
Verdunning Leg*Week	0,259	0,205	0,651	0,484	0,178	0,637	0,562	0,443
Opfok*Leg*Week	0,770	0,274	0,175	0,494	0,590	0,933	0,516	0,174

* = 0,05 < p < 0,10

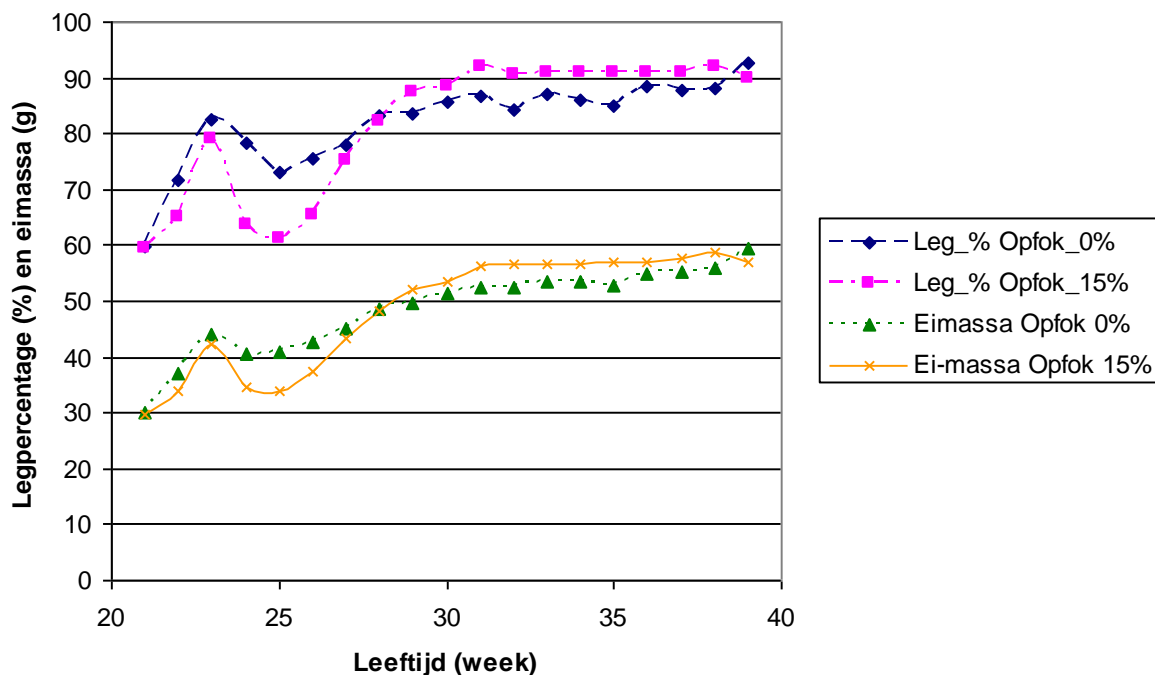
¹ Totaal pikken is de optelling van alle voorgaande kolommen

4.3 Dierprestaties

In deze paragraaf bespreken we de effecten van gangbaar versus verdund legvoer op de technische resultaten van de hennen. De samenstelling van de legvoerders is weergegeven in tabel 2. Hennen die het 15% verdunde legvoer kregen, namen gemiddeld ook 15% meer voer op (125 vs. 144 g/hen/d). Dat resulteerde in een vergelijkbare energie- en nutriëntenopname in vergelijking met de hennen die het onverdunde voer kregen. Het soort voer dat verstrekt was tijdens de opfokperiode had een nulleffect op het gewicht van de hennen tijdens de legperiode. Vanaf week 28 waren hennen met het verdunde opfokvoer zwaarder dan hennen die op het onverdunde voer waren opgefokt. Gemiddeld over de hele legperiode bedroeg het verschil 41 g/hen (1953 vs. 1994 g).

Het verdunningsniveau van opfok- en legvoerders had geen effect op legpercentage en eimassa. Wel was het eigewicht van de hennen met het verdunde voer gemiddeld 1,1 gram lager dan bij hennen op het onverdunde voer ($P=0,037$). Daarnaast werden legpercentage en eimassa in bepaalde weken van de legperiode aantoonbaar beïnvloed door het verdunningsniveau van het opfokvoer ($P<0,001$). Dit betrof week 24 tot en met 27, de periode waarin waarschijnlijk sprake was van een coccidiosebesmetting. In deze periode was een grotere terugval in prestaties bij de hennen die tijdens de opfokperiode het verdunde voer kregen (zie figuur 4.3). Nadat de hennen hiervan hersteld waren, presteerden de hennen die het verdunde opfokvoer gehad hadden getalsmatig iets beter, zodat de aanvankelijke verschillen over de hele legperiode gezien weer genivelleerd werden.

Figuur 11 Verloop van het legpercentage tijdens de legperiode



Uiteraard resulteerde verstrekking van verdund legvoer in een verhoogde voerconversie (3,10 vs. 2,70), maar gecorrigeerd voor verschillen in energie was er geen effect van verdunning op benutting van het voer.

Het strooisel was aanzienlijk droger als hennen in de opfokperiode met haverdoppen en zand verdund voer kregen, terwijl het strooisel juist natter was bij de hennen die in de legperiode met zonnebloemzaadschroot en gerst verdund voer kregen.

Tabel 14 Productieresultaten tijdens de leggerperiode per behandeling

Productiekenmerk	Voeropname (g/hen/d)	Energie opname (MJ/hen/d)	Hen gewicht (g)	Leg-% (%)	Ei gewicht (g)	Ei massa (g/hen/d)	voerconversie (kg/kg)	Energie conversie (J/kg)	Natheid strooisel ¹ (%)
Verdunning opfokperiode									
0% verdund	134	1,46	1953	82,0	58,8	48,0	2,88	31,3	80
15% verdund	134	1,46	1994	81,3	59,1	48,6	2,91	31,5	56
sd	2,47	0,03	20,17	2,82	0,50	1,86	0,109	1,24	9,49
Verdunning leggerperiode									
0% verdund	125	1,48	1981	81,2	59,5	48,5	2,70	31,8	63
15% verdund	144	1,44	1966	82,1	58,4	48,1	3,10	31,0	73
Sd	2,47	0,03	20,17	2,82	0,50	1,86	0,109	1,24	4,96
Verdunning opfok x leg									
Opfok 0% verd, Leg 0% verd	125	1,48	1957	80,5	59,2	47,3	2,78	32,8	75
Opfok 15% verd, Leg 0% verd	125	1,48	2004	81,9	59,7	49,8	2,62	30,9	50
Opfok 0% verd, Leg 15% verd	144	1,44	1949	83,4	58,4	48,8	2,99	29,9	85
Opfok 15% verd, Leg 15% verd	144	1,44	1984	80,8	58,5	47,4	3,21	32,1	61
sd	3,49	0,04	28,53	3,99	0,71	2,63	0,155	2,04	9,46
P-waarde									
Verdunning opfok	0,931	0,927	0,083*	0,793	0,669	0,783	0,812	0,925	0,100*
Verdunning leg	<0,001	0,106	0,501	0,777	0,037	0,820	<0,001	0,473	0,025
Week	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Verd. Opfok x verd. leg	0,916	0,910	0,799	0,481	0,657	0,312	0,085*	0,103	0,549
Verdunning opfok x Week	0,331	0,268	0,022	0,001	0,842	0,066*	0,260	0,337	0,898
Verdunning Leg x Week	0,050	0,180	0,007	0,982	0,232	0,828	0,537	0,345	0,447
Opfok x Leg x Week	0,299	0,242	0,176	0,095	0,235	0,298	0,082*	0,116	0,595

* = 0,05 < p < 0,10

¹ Uitgedrukt in percentage nat hokoppervlak op basis van visuele score

5 Discussie opfokperiode

De algemene ontwikkeling, het verenpikgedrag, het algemeen gedrag en ontwikkeling van het maagdarmsstelsel tussen de voeders, rassen en interacties tussen beiden bediscussiëren we in dit hoofdstuk..

5.1 Effect van verdund voer

Bij hennen met het verdunde voer was de voeropname hoger (11,7%), terwijl het verdunningsniveau op 15% lag. In een studie van Van Krimpen *et al.* (2009) was een voeropname van 7% gevonden bij een zelfde verdunning van 15% met een hoog NSP-gehalte (184 g/kg). Daar was 10% haverdoppen en 5% zand toegevoegd aan het voer, terwijl in de huidige studie dat 10% zand en 5% gemalen haverdoppen was. Het lijkt erop dat de samenstelling in de huidige studie leidde tot een bijna gelijke voeropname in zowel het verdunde als controlevoer, hoewel een verhoogde voeropname van 15% het meest wenselijk was geweest. De betere voeropname kan veroorzaakt zijn door de fijn gemalen haverdoppen. Grovere haverdoppen of hele haverdoppen zijn moeilijker te verteren door jonge hennen met als gevolg dat de voeropname lager wordt (Van Krimpen *et al.*, 2009).

Groei van de hennen was niet veel verschillend tussen de voeders. Het verdunde voer resulteerde in een iets lager lichaamsgewicht (1%) dan bij de controlegroep, maar was wel significant. Een mogelijke verklaring hiervoor is dat het verschil tussen verdunning (15%) en voeropname (11,7%) resulteerde in een lagere energieopname vergeleken met de controlegroep. In een studie van Van Krimpen *et al.* (2009) lagen de lichaamsgewichten verder uit elkaar (3,6%).

De ontwikkeling van het maagdarmsstelsel vertoonde verschillen in de spiermaag en dunne darm. De spiermaag was 41% zwaarder en de dunne darm 13,1% lichter in leeg gewicht per kg lichaamsgewicht bij hennen die het verdunde voer kregen. In andere studies zijn dezelfde resultaten verkregen (Hetland *et al.*, 2004; Van Krimpen *et al.*, 2007; Van Krimpen *et al.*, 2009). Volgens Hetland *et al.* (2004, 2005) wordt de activiteit van de spiermaag verhoogd door voer met een hoog gehalte aan onoplosbare vezels en wordt daarna sneller door de darmen afgevoerd waarbij viscositeit en vullen hoger zijn. In een studie van Savory (1980) is gevonden dat een vezelrijk voer sneller door de krop passeerde en het maagdarmsstelsel langer was, terwijl de chymus sneller werd uitgescheiden. In deze studie was echter een cellulosepoeder gebruikt als vezelbron en de kleine deeltjesgrootte zouden de passagesnelheid beïnvloed kunnen hebben. Grovere deeltjes zouden in de spiermaag meer gemalen moeten worden en de spiermaag lijkt ook invloed uit te oefenen op de passagesnelheid en vertering van chymus. Door de hogere activiteit van de spiermaag is deze meer ontwikkeld en daardoor zwaarder in gewicht, wat ook in de huidige studie was gevonden. Dit geeft aan dat chymus langer in de spiermaag bleef totdat de deeltjes klein genoeg waren, waardoor de passage door de darmen versnelde, omdat betere absorptie mogelijk was door de langere retentietijd in de magen. De zwaardere spiermaag en lichtere dunne darm kunnen indicatoren zijn voor een verhoogd verzadigingsgevoel. Verzaadiging was niet gemeten in de huidige studie, evenals passagesnelheid en hormonen in het bloed. Bij een vervolgstudie is het interessant om de initiëring van verzadiging en het hongergevoel van hennen verder uit te zoeken. Een vezelrijk voer met een langere retentietijd in de spiermaag kan invloed hebben op de passagenelheid. Een vezelrijk voer met een langere retentietijd in de spiermaag kan een indicator voor verzadiging vormen, omdat de spiermaag een rol lijkt te spelen bij de regulatie van passagesnelheid (Hetland *et al.*, 2004).

Tussen voer en ras zijn verschillen gevonden in het gedragspatroon. Hennen die het verdunde voer kregen, besteedden meer tijd aan eet- en foerageergedrag. De eettijd was 12,7% hoger en voergerelateerd gedrag was 13,4% hoger dan bij de controlegroep. Dit is in overeenstemming met de hypothese dat meer voergerelateerd gedrag zou worden waargenomen bij hennen die het verdunde voer ontvingen. De lagere energiegehalten in het verdunde voer moesten gecompenseerd worden om toch te kunnen voorzien in de voedingsbehoeften. De hennen waren goed in staat dit te doen. De eettijd was 14,7%. Dit is echter nog niet zoveel als we hadden verwacht. In wilde kippen wordt gemiddeld rond de 60% van de tijd besteed aan foerageer- en eetgedrag (Dawkins, 1989). In de studie van Van Krimpen *et al.* (2009) was meer tijd aan eten besteed (23,8%). Het kan zijn dat het reisbudget van hennen minder flexibel is en dat er meer tijd ook aan andere activiteiten besteed moet

worden, waardoor minder maar sneller het voer wordt gegeten. Dit was ook het geval in een studie van Van Krimpen *et al.* (2007).

Andere gedragingen die vaker werden vertoond door hennen die het verdunde voer kregen, waren lopen (8,6%) en stofbaden (8,3%). Stofbaden werd vrijwel alleen waargenomen in de periode dat er strooisel in de hokken was. In een studie van Van Krimpen *et al.* (2009) waarin hennen een vergelijkbaar voer kregen werd minder poetsen, meer bodempikken en meer loopgedrag vertoond tijdens de legperiode. In de huidige studie was alleen strooisel in de eerste 5 weken aanwezig en na het verwijderen hiervan werd het bodempikken en stofbaden vrijwel niet meer waargenomen. In een studie van Van Hierden *et al.* (2002) werd een negatieve correlatie tussen zacht VP en poetsen gevonden, wat aangeeft dat minder tijd besteed aan poetsen het VP-gedrag doet toenemen. In de huidige studie was zacht VP naar soortgenoten toegenomen met 46,4% bij hennen die het verdunde voer kregen. Dit was niet verwacht.

Poetsen was niet beïnvloed door het voer in de huidige studie, terwijl Van Hierden *et al.* (2002) gevonden hadden dat minder poetsen meer VP-gedrag ten gevolge zou hebben. Er was wel een dalende tendens gevonden in de huidige studie.

Ook hard VP naar soortgenoten was hoger (105%) bij de hennen met het verdunde voer. Dit was niet gevonden in de scores voor het verenkleed. Tussen voeders waren geen verschillen gevonden, maar de SN-hennen hadden meer verenschade/wonden dan de LB-hennen. In een studie van Van Krimpen *et al.* (2007, 2009) was niet veel verschil gevonden in VP-gedrag tijdens de opfokperiode, maar wel tijdens de legperiode waarin verdund voer een lager VP-gedrag tot gevolg had.

Samengevat: verdunning van opfokvoer heeft het voergerelateerde gedrag doen toenemen en de ontwikkeling van de spiermaag was hoger, de dunne darm minder. Andere studies laten meer voergerelateerd gedrag zien en minder VP-gedrag, maar in de huidige studie was het voergerelateerde gedrag wel hoger, en het VP niet lager. Mogelijk omdat niet zoveel tijd aan voergerelateerd gedrag was besteed als in andere studies.

5.2 Effect van ras

Tussen rassen zijn een aantal verschillen waargenomen. Het lichaamsgewicht van de SN-hennen was lager dan bij LB-hennen. De verenschade was hoger bij SN-hennen en zij vertoonden minder stofbadgedrag dan de LB-hennen. SN-hennen worden vooral gehuisvest in systemen met vrije uitloop. Dit kan invloed hebben op het gedrag van de hennen in het huidige huisvestingssysteem, waarbij ze weinig mogelijkheden hadden om exploratief gedrag te vertonen en ook over minder ruimte beschikten. Dit kan tot een hoger stressniveau bij de SN-hennen leiden en zo een verklaring kunnen geven voor het lagere lichaamsgewicht en hogere verenschade dan bij de LB-hennen. Stress kan gemeten worden door H:L ratio's in het bloed of door het serotoninegehalte te bepalen. In de huidige studie was dit niet gemeten, maar dit kan in een vervolgstudie wel worden meegenomen. De opzet van het experiment waarin twee rassen gebruikt zijn, die onder omgevingsfactoren gehuisvest werden die het VP-gedrag zouden stimuleren, lijken voor beide rassen dezelfde resultaten te geven, waardoor de model ook geschikt is om voor andere rassen te gebruiken.

5.3 Effect van interactie tussen voer en ras

Er zijn geen interacties tussen ras en voer gevonden, behalve bij bodemkrabben. Dit gedrag werd echter vrijwel alleen waargenomen tijdens de periode dat er strooisel aanwezig was. In deze periode zijn maar een aantal observatiemomenten geweest. Hierdoor is de betrouwbaarheid van deze waarnemingen vrij laag. De afwezigheid van interacties maakt het mogelijk om de gevonden verschillen toe te wijzen aan ras en/of voer effect.

5.4 Effect van stimulerende omgevingsfactoren en imprintingsperiode

Om het VP-gedrag te stimuleren in de huidige studie is de lichtintensiteit verhoogd en strooisel verwijderd.

De lichtintensiteit begon bij 88 lux aan het begin van het experiment en werd geleidelijk verlaagd naar 19 lux, omdat anders het VP-gedrag te veel uit de hand liep. Bij een lichtintensiteit van 30 lux of hoger zijn de hennen meer actief (Davis *et al.*, 1999; Vandenberg and Widowski, 2000), maar kan ook het

hard VP-gedrag toenemen. Volgens de richtlijnen voor het opfokken van LB- en SN-hennen zou het licht tussen de 4-6 lux moeten liggen. De hoge lichtintensiteit zou invloed hebben op het gedrag van de hennen, maar omdat het gelijk was voor alle behandelingen, zijn er waarschijnlijk andere factoren waren die een grotere invloed hadden bij het ontwikkelen van het VP-gedrag in de huidige studie.

Het vervangen van strooisel door een lattenbodem kan ook invloed hebben op het VP-gedrag bij de hennen, maar ook hier geldt dat het voor alle behandelingen gold. Van Hierden *et al.* (2002) veronderstelde dat ook imprinting tijdens de eerste levensfase invloed kan hebben op het ontwikkelen van VP-gedrag. Door de aanwezigheid van strooisel neemt het foerageergedrag, bodempikken en stofbaden toe en verlaagt het VP-gedrag (Blokhuys and Van der Haar, 1989). Als hennen jong leren om deze gedragingen te vertonen, zou er minder VP-gedrag kunnen optreden. Dit was in de huidige studie toegepast door de hennen gedurende de eerste 5 weken op strooisel te huisvesten. Het is echter niet zo dat bij aanwezigheid van strooisel geen VP-gedrag kan optreden (Huber-Eicher and Wechsler, 1997). In de huidige studie resulteerde het verwijderen van het strooisel in minder stofbaden en bodemkrabben en dit kan meer VP-gedrag tot gevolg hebben. Dit was ook het geval, maar het is mogelijk dat wanneer hennen vanaf dag 1 op lattenbodems waren gehuisvest, zij meer VP-gedrag hadden vertoond.

Maar het verwijderen van het strooisel werd toegepast bij alle behandelingen en is daardoor waarschijnlijk niet de hoofdreden voor het verhoogde VP-gedrag bij hennen die het verdunde voer ontvingen.

Niet alleen licht en strooisel werden gebruikt om het VP-gedrag te beïnvloeden, ook de bezettingsgraad was hoger dan onder normale omstandigheden. Uit voorgaande onderzoeken is gebleken dat bij een hogere bezettingsgraad het VP-gedrag en stofbadgedrag toenamen en meer verenschade optrad (Hansen and Braastad, 1994; Savory *et al.*, 1999). In de huidige studie is meer VP-gedrag waargenomen bij SN-hennen dan bij LB-hennen en het hard en zacht VP was hoger bij de hennen die het verdunde voer kregen. De bezettingsgraad was voor alle behandelingen gelijk en daardoor is ook dit niet de hoofdreden voor het verhoogde VP-gedrag bij hennen die het verdunde voer kregen.

Om kort te gaan: stimulerende omgevingsfactoren waren voor alle behandelingen gelijk en daardoor is het waargenomen VP-gedrag mogelijk veroorzaakt door nutritionele factoren. Het is mogelijk dat het verdunningspercentage van 10% zand en 5% haverdoppen te veel was voor jonge hennen en meer stress veroorzaakte om toch in hun voedingsbehoeften te kunnen voorzien. Het toepassen van verschillende verdunningsniveaus kan meer inzicht geven op dit gebied. Daarnaast kan bulkdichtheid ook invloed hebben gehad op de voeropname en eettijd. Eettijd en voeropname waren wel hoger, maar de totale tijd besteed aan voergerelateerd gedrag was niet veel verschillend tussen de behandelingen. Als dit hoger is, zou dit het VP-gedrag mogelijk kunnen verminderen.

5.5 Discussie natheid strooisel leggerperiode

Verdunning van voer tijdens de leggerperiode gaf een aantoonbare verslechtering van de conditie van het strooisel. Uit eerdere proeven bleek dat verdunning van voer met haverdoppen juist de strooiselconditie verbeterde (Van Krimpen *et al.*, 2009). Mogelijk hangt dit samen met de verschuiving in de vezelfracties. Toevoeging van haverdoppen zorgde voor een toename van het aandeel niet-wateroplosbare vezels (NDF), maar voor een daling van het aandeel wateroplosbare vezels (van circa 60 naar 35 g/kg). In het huidige experiment steeg zowel het aandeel water- (van 52 naar 74 g/kg) als niet-wateroplosbare vezels. Verwacht wordt dat juist de wateroplosbare vezels, door hun viscositeitsverhogende eigenschappen, verantwoordelijk zijn voor de afname in strooiselconditie. Om afname van strooiselconditie te voorkomen bevelen we aan om bij het samenstellen van verdund voer ervoor te zorgen dat het aandeel wateroplosbare vezels in het voer niet toeneemt.

6 Conclusies

De volgende conclusies kunnen we trekken uit deze studie:

- Het verdunnen van voer tijdens de opfokperiode resulteert in een hogere voeropname, meer tijdsbesteding aan voeropname, vertonen van meer voergerelateerd gedrag, een zwaardere spiermaag en een lichtere dunne darm, terwijl verenpikgedrag toeneemt. Hoewel er meer voergerelateerd gedrag is waargenomen bij hennen die verdund voer krijgen, is het verenpikgedrag tijdens de opfokperiode niet verminderd. Dit is in tegenstelling met onze hypothese.
- Tussen de rassen zijn in de opfokperiode relatief weinig verschillen gevonden. De rassen verschillen wel in stofbadgedrag, niveau van verenschade en groei.
- Het verstrekken van verdund opfokvoer heeft een gunstig carry-over effect van de opfok- naar de leggerperiode voor het verloop van de verenschade. Bij de hennen in het huidige experiment, die fors aangezet waren tot verenpikken, hield dit effect echter slechts een beperkte tijd stand.
- Het verstrekken van verdund vezelrijk legvoer resulteert, zelfs onder de condities van het huidige experiment, in een aantoonbare en langdurige vertraging in de ontwikkeling van verenschade.
- Het zowel verstrekken van verdund opfok- als verdund legvoer resulteert in het laagste niveau van verenschade.
- Hennen die verdund legvoer krijgen, vertonen minder pikgedrag naar de grond en naar objecten in het hok dan hennen die onverdund legvoer krijgen.
- Het overschakelen van verdund opfokvoer naar onverdund legvoer heeft een ongunstig effect op het pikgedrag van leghennen. In het tweede deel van de leggerperiode ontwikkelen deze hennen meer hard verenpikken en meer bodempikgedrag.
- Het verdunningsniveau in de opfokperiode heeft geen sterke effecten op de productieresultaten tijdens de leggerperiode. Hennen die verdund opfokvoer krijgen, worden in de leggerperiode wel wat zwaarder.
- Hennen die 15% verdund legvoer krijgen, compenseren volledig deze verdunning door een hogere voeropname. De legprestaties worden nauwelijks beïnvloed door het verdunningsniveau. Alleen daalt het eigewicht met 1,1 gram bij verstrekking van verdund legvoer.
- Het aandeel nat strooisel is bij hennen die tijdens de leggerperiode verdund voer krijgen hoger dan bij hennen die gangbaar voer krijgen (73 vs. 63%).

Uit dit experiment is gebleken dat verdund voer onder extreme pikkerijomstandigheden niet in staat is verenschade volledig te voorkomen. Wel kan verdund voer de ontwikkeling van verenschade fors afremmen.

In dit experiment bedroeg de reductie in verenschade aan het einde van de leggerperiode ruim 20% als gevolg van het toepassen van voerverdunning.

Verstrekking van verdund opfokvoer resulteerde niet in verbetering van de verenconditie tijdens de opfokperiode zelf. Daarom is het noodzakelijk om een voerstrategie te ontwikkelen waarmee verenpikgedrag al vanaf het begin van de opfokperiode voorkomen of afgeremd kan worden.

Op basis van dit experiment bevelen we aan om zowel tijdens de opfok- als leggerperiode verdund voer te verstrekken. Deze voerstrategie leidde tot de minste verenschade, onder andere door een afname van de pikbehoefte gericht op de bodem en objecten in het hok. Deze lagere pikbehoefte kan volgens de theorie van Blokhuis (1989) resulteren in minder omgericht verenpikgedrag. Verdund voer heeft geen averechts effect op de technische resultaten van de hennen.

Hennen die tijdens de opfokperiode verdund voer kregen en vervolgens tijdens de leggerperiode overgeschakeld werden op onverdund voer, lijken daar na verloop van tijd onrustiger van te worden. Dat blijkt uit een forse toename van het aantal pikken.

Mogelijk verklaart dit ook dat deze voerstrategie slechts een tijdelijk gunstig na-ijleffect heeft op de ontwikkeling van verenschade tijdens de leggerperiode. Op basis van dit experiment wordt deze voerstrategie daarom niet aanbevolen.

Het hoger percentage nat strooisel tijdens de leggerperiode was mogelijk het gevolg van het grotere aandeel wateroplosbare vezels in het verdunde voer. Bij het samenstellen van verdunde voeders met praktijkgrondstoffen dient daarom een maximumnorm voor wateroplosbare vezels gehanteerd te worden.

Literatuur

- Andersson, M., E. Nordin, P. Jensen, 2001, Domestication effects on foraging strategies in fowl, *Applied Animal Behaviour Science*: 72: 51-62
- Bilcik, B., L.J. Keeling, 1999, Changes in feather condition in relation to feather pecking and aggressive behaviour in laying hens, *British Poultry Science*, 40: 444-451
- Blokhuis, H.J., J.G. Arkes, 1984, Some observations on the development of feather pecking in poultry, *Applied Animal Behaviour Science*, 12: 145-157
- Blokhuis, H.J., 1986, Feather-pecking in poultry: its relation with ground pecking, *Applied Animal Behaviour Science*, 16: 63-67
- Blokhuis, H.J., J.W. van der Haar, 1989, Effects of floor type during rearing and of beak trimming on ground pecking and feather pecking in laying hens, *Applied Animal Behaviour Science*, 22: 359-369
- Blokhuis, H.J., 1989, The effect of a sudden change in floor type on pecking behaviour in chicks, *Applied Animal Behaviour Science*, 22: 65-73
- Chow, A., J.A. Hogan, 2005, The development of feather pecking in Burmese red junglefowl: the influence of early experience with exploratory-rich environments, *Applied Animal Behaviour Science*, 93: 283-294
- Davis, N.J., N.B. Prescott, C.J. Savory, C.M. Wathes, 1999, Preferences of growing fowls for different light intensities in relation to age, strain and behaviour, *Animal Welfare*, 8: 193-203
- 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
- El-Lethey, H., V. Aerni, T.W. Jungi, B. Wechsler, 2000, Stress and feather pecking in laying hens in relation to housing conditions, *British Poultry Science*, 41: 22-28
- Enting, H., A. Veldman, M.W.A. Verstegen, P.J. van der Aar, 2007, The effect of low-density diets on broiler breeder development and nutrient digestibility during the rearing period, *Poultry Science Association Inc.*, 86: 720-726
- Esmail, S.H.M., 1997, Fibre nutrition, *Poultry International*, 36: 31-34
- Ham, A.D., D. Osorio, 2007, Colour preferences and colour vision in poultry chicks, *The Royal Society*, 274: 1941-1948
- Hansen, I., B.O. Braastad, 1994, Effect of rearing density on pecking behaviour and plumage conditions of laying hens in two types of aviary, *Applied Animal Behaviour Science*, 40: 263-272
- Hartini, S., M. Choct, G. Hinch, A. Kocher, J.V. Nolan, 2002, Effects of light intensity during rearing and beak trimming and dietary fiber sources on mortality, egg production, and performance of ISA Brown laying hens, *Journal of Applied Poultry Research*, 11: 104-110
- Hetland, H., B. Svihus, A. Krogdahl, 2003, Effects of oat hulls and wood shavings on digestion in broilers and layers fed diets based on whole or ground wheat, *British Poultry Science*, 43: 416-423
- Hetland, H., M. Choct, B. Svihus, 2004, Role of insoluble non-starch polysaccharides in poultry nutrition, *World's Poultry Science Association*, 60: 415-422

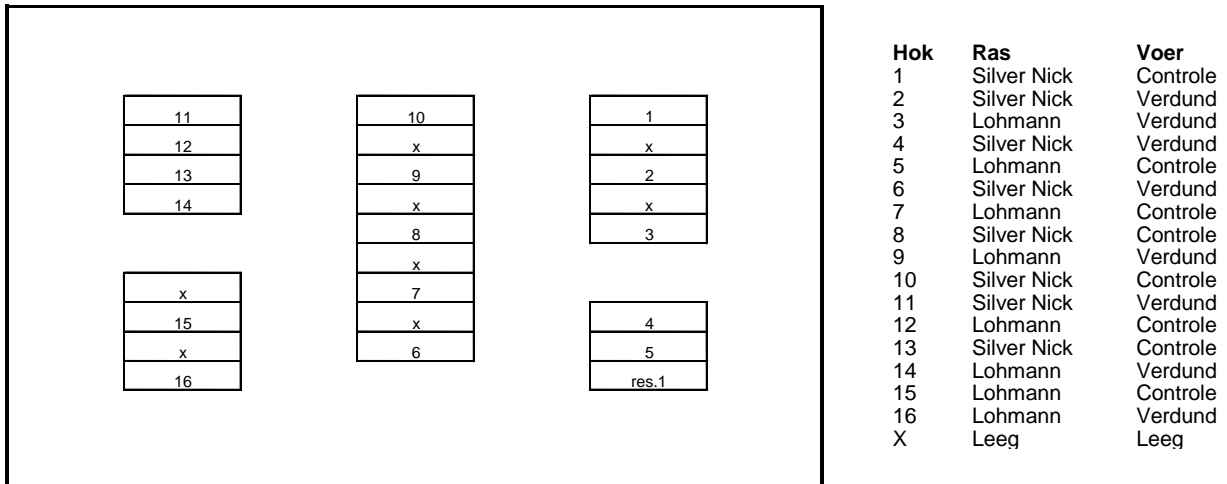
- Hetland, H., B. Svihus, M. Choct, 2005, Role of insoluble fiber on gizzard activity in layers, Poultry Science Association Inc., 14: 38-46
- Hetland, H., B. Svihus, 2007, Inclusion of dust bathing materials affects nutrient digestion and gut physiology of layers, Poultry Science Association Inc., 16: 22-26
- Huber-Eicher, B., B. Wechsler, 1997, Feather pecking in domestic chicks: its relation to Dust bathing and foraging, Animal Behaviour, 54: 757-768
- Johnsen, P.F., K.S. Vestergaard, G. Norgaard-Nielsen, 1998, Influence of early rearing conditions on the development of feather pecking and cannibalism in domestic fowl, Applied Animal Behaviour Science, 60: 25-41
- Kjaer, J.B., K.S. Vestergaard, 1999, Development of feather pecking in relation to light intensity, Applied Animal Behaviour Science, 62: 243-254
- Kristensen, H.H., N.B. Prescott, G.C. Perry, J. Ladewig, A.K. Ersboll, K.C. Ovrevad, C.M. Wathes, 2007, The behaviour of broiler chickens in different light sources and illuminances, Applied Animal Behaviour Science, 103: 75-89
- Lee, B.D., D.J. Kim, S.J. Lee, 2001, Nutritive and economic values of high oil corn in layer diet, Poultry Science, 80: 1527-1534
- Mckeegan, D.E.F., C.J. Savory, 1999, Feather eating in layer pullets and its possible role in the eatiology of feather pecking damage, Applied Animal Behaviour Science, 65: 73-85
- Nicol, C.J., A.C. Lindberg, A.J. Phillips, S.J. Pope, L.J. Wilkins, L.E. Green, 2001, Influence of prior exposure to wood shavings on feather pecking, dust bathing and foraging in adult laying hens, Applied Animal Behavioural Science, 65: 137-152
- Norgaard-Nielsen, G., K. Vestergaard, H.B. Simonsen, 1993, Effects of rearing experience and stimulus enrichment on feather damage in laying hens, Applied Animal Behaviour Science, 38: 345-352
- Ramadan, S.G.A., E. von Borell, 2008, Role of loose feathers on the development of feather pecking in laying hens, British Poultry Science Ltd, 49: 250-256
- Riedstra, B., T.G.G. Groothuis, 2002, Early feather pecking as a form of social exploration: the effect of group stability on feather pecking and tonic immobility in domestic chicks, Applied Animal Behaviour Science, 77: 127-138
- Rodenburg, T.B., Y.M. van Hierden, A.J. Buitenhuis, B. Riedstra, P. Koene, S.M. Korte, J.J. van der Poel, T.G.G. Groothuis, H.J. Blokhuis, 2004, Feather pecking in laying hens: new insights and directions for research?, Applied Animal Behaviour Science: 86: 291-298
- Savory, C.J., 1980, Meal occurrence in japanes quail in relation to particle size and nutrient density, Animal Behaviour, 28: 160-171
- Savory, C.J., C.J.V. Smith, 1987, Are there hunger and satiety factors in the blood of domestic fowls?, Appetite, 8: 101-110
- Savory, C.J., 1995, Feather pecking and cannibalism. World's Poultry Science Journal, 51: 215-219.
- Savory, C.J., J.S. Mann, M.G. Macleod, 1999, Incidence of pecking damage in growing bantams in relation to food form, group size, stocking density, dietary tryptophan concentration and dietary protein source, British Poultry Science, 40: 579-584
- Sedlackova, M., B. Bilcik, L. Kostal, 2004, Feather pecking in laying hens: environmental and endogenous factors, Acta Veterinarian BRNO, 73: 521-531

- Tzschentke, B., A. Plagermann, 2006, Imprinting and critical periods in early development, *World's Poultry Science Journal*, 62: 626-637+718+722-723+726
- Vandenberg, C., T.M. Widowski, 2000, Hens' preferences for high-intensity high-pressure sodium or low-intensity incandescent lighting, *Applied Poultry Science Inc.*, 9: 172-178
- Van Hierden, Y.M., S.M. Korte, E.W. Ruesink, C.G. van Reenen, B. Engel, J.M. Koolhaas, H.J. Blokhuis, 2002, The development of feather pecking behaviour and targeting of pecking in chicks from a high and low feather pecking line of laying hens, *Applied Animal Behavioural Science*, 77: 183-196
- Van Hierden, Y.M., J.M. Koolhaas, S.M. Korte, 2004, Chronic increase of dietary L-tryptophan decreases gentle feather pecking behaviour, *Applied Animal Behavioural Science*, 89: 71-84
- Van Krimpen, M.M., R.P. Kwakkel, B.F.J. Reuvekamp, C.M.C. van der Peet-Schwering, L.A. den Hartog, M.W.A. Verstegen, 2005, Impact of feeding management on feather pecking in laying hens, *World's Poultry Science Journal*, 61: 663-685
- Van Krimpen, M.M., R.P. Kwakkel, C.M.C. van der Peet-Schwering, L.A. den Hartog, M.W.A. Verstegen, 2007, Low dietary energy concentrations, high nonstarch polysaccharide concentration, and coarse particle sizes of nonstarch polysaccharides affect the behaviour of feather-pecking-prone laying hens, *Poultry Science Association Inc.*, 485-496
- Van Krimpen, M.M., R.P. Kwakkel, C.M.C. van der Peet-Schwering, L.A. den Hartog, M.W.A. Verstegen, 2009, Effects of nutrient dilution and nonstarch polysaccharide concentration in rearing and laying diets on eating behaviour and feather damage of rearing and laying hens, *Poultry Science*: 88⁷: 759-773
- Vestergaard, K.S., L. Lisborg, 1993, A model of feather pecking development which relates to Dust bathing in the fowl, *Behaviour*, 126: 291-308
- Vestergaard, K.S., E. Skadhauge, L.G. Lawson, 1997, The stress of not being able to perform Dust bathing in laying hens, *Physiology and Behaviour*, 62: 413-419
- Wahlström, A., R. Tauson, K. Elwinger, 2001, Plumage condition and health of aviary-kept hens fed mash or crumbled pellets, *Poultry Science*, 80: 266-271

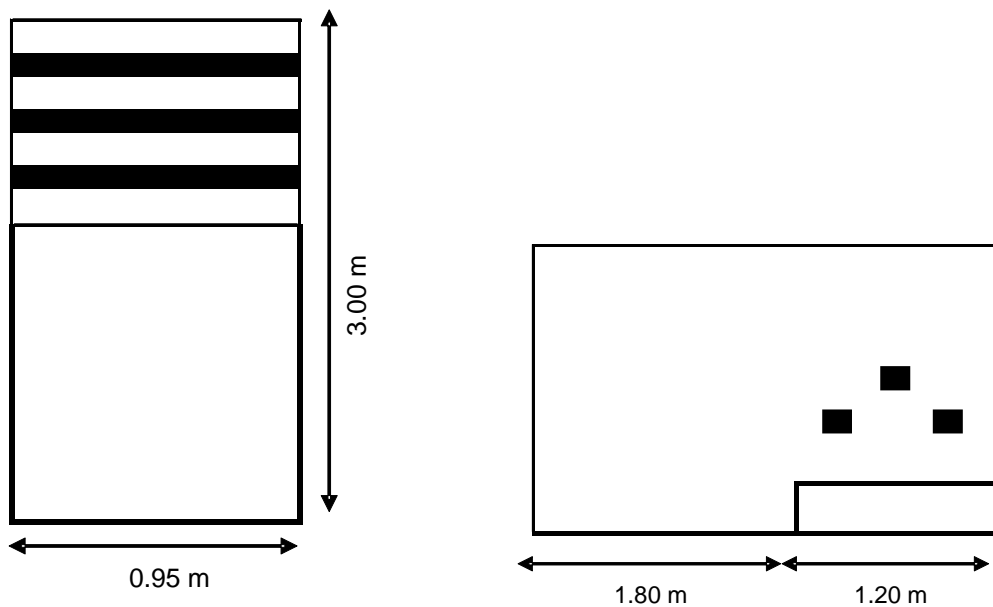
Bijlagen

Bijlage 1 Schematisch overzicht van de stal en hokindeling

Figuur 1 Overzicht van proefindeling



Figuur 2 Bovenaanzicht van hok (links) en van opzij (rechts) waarin de zitstokken als zwarte strepen/blokken zijn weergegeven en ook de bijbehorende maten zijn vermeld





Wageningen UR Livestock Research

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

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

Bijlage 2 Lichtschema en vaccinatieschema**Tabel 1** Lichtschema dat is aangehouden tijdens de opfokperiode

Datum	Lichtschema
17-sep-2008	23L:1D
19-sep-2008	20L:4D
24-sep-2008	18L:6D
01-okt-2008	13L:11D
15-okt-2008	10L:14D

Tabel 2 Vaccinatieschema dat is aangehouden tijdens de opfokperiode

Datum	Vaccinatie
17-sep-2008	Marek
17-sep-2008	IB MA5
24-sep-2008	NCD
01-nov-2008	IB 4/91
15-nov-2008	Gumboro
22-nov-2008	NCD
12-nov-2008	IB MA5
03-dec-2008	NCD
10-dec-2008	PD
10-dec-2008	ILT
17-dec-2008	NCD
31-dec-2008	IBH52