



ANIMAL SCIENCES GROUP

WAGENINGEN UR



PraktijkRapport Varkens 18

Preventie en behandeling van staartbijten bij gespeende biggen



Juli 2003

Varkens





Colofon

Uitgever

Animal Sciences Group / Praktijkonderzoek
Postbus 2176, 8203 AD Lelystad
Telefoon 0320 - 293 211
Fax 0320 - 241 584
E-mail info.po.asg@wur.nl
Internet <http://www.asg.wur.nl/po>

Redactie en fotografie

Praktijkonderzoek

© Animal Sciences Group

Het is verboden zonder schriftelijke toestemming van de uitgever deze uitgave of delen van deze uitgave te kopiëren, te vermenigvuldigen, digitaal om te zetten of op een andere wijze beschikbaar te stellen.

Aansprakelijkheid

Animal Sciences Group aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Bestellen

ISSN 1570-8608
Eerste druk 2003/oplage 175
Prijs € 17,50

Losse nummers zijn schriftelijk, telefonisch, per E-mail of via de website te bestellen bij de uitgever.

Abstract

In this study four measures to prevent tail-biting were compared: chain, rubber toy, a straw hopper and supplying some straw twice a day on a solid floor. In addition, two curative measures were investigated to reduce tail-biting if occurring: removing the biter from the pen and supplying straw. The third aspect that was investigated was whether the piglets were more active during the immediate period (one or two days) prior to the first signs of tail-biting.

Key-words: weaned piglets, welfare, environmental enrichment, straw, tail-biting

Referaat

ISSN 1570-8608.

Zonderland, J.J. (Praktijkonderzoek), Fillerup, M., Reenen, C.G. van en Hopster, H. (ID-Lelystad), Spoolder, H.A.M. (Praktijkonderzoek)
Preventie en behandeling van staartbijten bij gespeende biggen (2003)
PraktijkRapport 18

32 pagina's, 5 figuren, 9 tabellen

In het onderzoek zijn vier maatregelen ter preventie van staartbijten vergeleken: een ketting, een rubber speeltje, een strospeelbak en twee maal daags een handvol stro verstrekken op de dichte vloer. Daarnaast zijn ook twee curatieve maatregelen onderzocht om staartbijten terug te dringen als het toch in een hok optreedt: het verwijderen van de 'bijter' uit het hok en het verstrekken van stro. Als laatste is onderzocht of er in de periode voorafgaand (één en twee dagen) aan de eerste verschijnselen van staartbijten de biggen actiever waren.

Trefwoorden: gespeende biggen, welzijn, afleidingsmateriaal, stro, staartbijten



PraktijkRapport Varkens 18

Preventie en behandeling van staartbijten bij gespeende biggen

Prevention and treatment of tail biting in weaned piglets

J.J. Zonderland
M. Fillerup (ID-Lelystad)
C.G. van Reenen (ID-Lelystad)
H. Hopster (ID-Lelystad)
H.A.M. Spoolder

Juli 2003

Voorwoord

Het couperen van staarten van pasgeboren biggen is de laatste jaren steeds vaker punt van discussie. Het groeiende besef dat daarmee de intrinsieke waarde van het dier wordt aangetast, alsmede het wetenschappelijke bewijs dat gecoupeerde dieren mogelijk chronisch last hebben van de amputatie, stimuleert het zoeken naar alternatieven. Vanaf 1996 is wettelijk vastgelegd dat het couperen van staarten verboden is, hetzij er bij onגעoupeerde dieren op latere leeftijd grote welzijnsproblemen ontstaan zoals staartbijten. Echter, de huidige leefomgeving van de meeste gespeende biggen en vleesvarkens levert onvoldoende garanties dat staartbijten achterwege zal blijven bij onגעoupeerde dieren.

Op het proefbedrijf varkens in Lelystad worden sinds de in gebruik name in het voorjaar van 2001 de staarten van biggen niet routinematig gecoupeerd. Tot begin 2002 kwam staartbijten op dit varkensbedrijf nauwelijks voor, maar in het voorjaar van 2002 ontstonden problemen bij gespeende biggen. Om verdere problemen met staartbijten te voorkomen, kon nu volgens de regelgeving begonnen worden met staartcouperen. Echter, voordat tot deze maatregel werd besloten is de gelegenheid aangegrepen het terugdringen van staartbijten bij onגעoupeerde dieren nader te bestuderen.

Met behulp van financiering vanuit het Ministerie van LNV is een onderzoek opgezet waarbij gekozen is voor een praktische insteek met onderzoek aan een aantal preventieve en curatieve maatregelen. Met dit onderzoek is getracht handvaten richting de praktijk aan te reiken waarmee staartbijten kan worden voorkomen of, indien noodzakelijk, teruggedrongen. Ik spreek de hoop uit dat dit rapport de sector varkenshouderij kan helpen genoemd probleem terug te dringen.

Ir. N. Verdoes

Waarnemend hoofd Varkens, Pluimvee, Nertsen en Konijnen

Samenvatting

Het varkensproefbedrijf in Lelystad heeft vanaf de start van het bedrijf ervoor gekozen om de staarten van de varkens niet te couperen. Het eerste jaar heeft dit geen noemenswaardige problemen met staartbijten opgeleverd. Recentelijk zijn echter staartbijtproblemen ontstaan bij de gespeende biggen. Deze situatie bood de mogelijkheid inzicht te krijgen in preventie en behandeling daarvan. Hiervoor hebben we een aantal preventieve maatregelen op staartbijten (rubber speeltje, strospeelbak en stro) vergeleken met hokken waarin een ketting staartbijten zou moeten voorkomen. Daarnaast hebben we bij een uitbraak van staartbijten twee curatieve maatregelen onderzocht (stro verstrekken en 'bijter' verwijderen) die naar verwachting beiden het staartbijten terugdringen. Als derde werd onderzocht of er in de periode voorafgaand (1 en 2 dagen) aan de eerste verschijnselen van staartbijten de biggen actiever waren. Deze toename in activiteit kan een gevolg zijn van vele externe factoren zoals verstoorde sociale verhoudingen, onvolkomenheden of overgangen in de voeding, klimaatsproblemen of gezondheidsstoornissen. Alle factoren kunnen bijdragen dat varkens zich niet lekker voelen en onrustig worden.

In het onderzoek zijn van half augustus tot eind oktober 2002 zes afdelingen met ieder zestien hokken voor tien gespeende biggen gevolgd. Gedurende de opfokperiode werd dagelijks op dierniveau de beschadigingen van staarten gescoord. Daarnaast zijn minimaal om de dag gedurende 9 uur digitale video-opnamen van ieder hok gemaakt voor het bepalen van de activiteit binnen een hok. Ook zijn technische kengetallen, klimaatgegevens en diergegevens bijgehouden.

Ten opzichte van hokken met een ketting of rubber speeltje neemt de kans op ernstige staartbeschadigingen af bij inzet van een strospeelbak. Verstrekken van stro op dichte vloer verlaagt de kans op zowel milde als ernstige staartbeschadigingen ten opzichte van de andere drie maatregelen. Beide curatieve maatregelen zorgen voor een tijdelijk herstel van de staartbeschadigingen, maar kunnen het staartbijten niet geheel terugdringen. In dit onderzoek is geen verhoogde activiteit waargenomen 1 of 2 dagen voordat de eerste staartbeschadigingen ontstonden. Daarnaast had het voorkomen van staartbijten binnen een hok geen invloed op de technische kengetallen. Factoren als mengen van biggen bij opleg en meer of minder variatie in opleggewicht hadden geen invloed op het ontstaan van staartbijten. Wel bleek een overmaat aan beertjes of zeugjes in een hok de kans op staartbijten te verhogen.

De resultaten uit dit onderzoek geven aan dat met tweemaal daags een handvol stro verstrekken staartbijten niet in alle, maar wel in meer dan 90% van de hokken kan worden voorkomen. Daarnaast kan in geval van staartbijten zowel stroverstrekking als de bijter verwijderen het probleem tijdelijk terugdringen.

Summary

At starting the experimental pig farm at Lelystad it was decided not to dock the tails of the pigs. The first year this did not create any serious problems as to tail-biting. Recently, however, some tail-biting problems have come up in weaned piglets. Although undesirable from a pig and farm management point of view, this situation made it possible to get insight into preventing and treating tail-biting. To this end some preventive measures against tail-biting (rubber toy, straw hopper and straw supply) were compared with pens in which a chain was suspended to prevent tail-biting. Moreover, we investigated two curative measures when tail-biting occurred (straw supply or removing the biter) which were both expected to reduce tail-biting. A third factor that was studied was whether the piglets were more active during the period (one or two days) prior to the first signs of tail-biting. This increased activity can result from many external factors, such as disrupted social organisation, inadequate feed or transition to other feed, climatic problems or health disorders. All factors can contribute to the pigs not feeling well and getting restless.

In the study six rooms with sixteen pens each for ten weaned piglets were monitored from mid-August to the end of October 2002. During the rearing period tail lesions were daily recorded at animal level. Moreover, digital video recordings during 9 hours were done at least every other day in each pen in order to determine activity within a pen. Finally, technical parameters, climatic data and animal data were recorded.

Compared to pens with a chain or rubber toy, the straw hopper reduces the occurrence of serious tail lesions. Supplying straw on a solid floor reduced the risk of mild as well as serious tail lesions compared with the three other measures. Both curative measures led to a temporary recuperation of the tail lesions, but could not diminish tail-biting entirely. In this study no increased activity was observed one or two days prior to the first signs of tail-biting. Moreover, the occurrence of tail-biting within a pen did not influence the technical parameters. Factors such as mixing the piglets at weaning and level of less variation in weaning weight did not have any influence on developing tail-biting. An imbalance in the number of boars: sows per group, however, proved to increase the risk of tail-biting.

The results of this study indicate that supplying a handful of straw twice a day can prevent nearly all cases of tail-biting (in over 90% of the cases). If tail-biting does occur, supplying straw as well as removing the biter can temporarily reduce the problem.

Inhoudsopgave

Voorwoord

Samenvatting

Summary

1	Inleiding	1
2	Materiaal en Methoden	3
2.1	Diermateriaal	3
2.2	Huisvesting en klimaat	3
2.3	Proefbehandelingen	4
2.3.1	Preventie maatregelen	4
2.3.2	Curatieve maatregelen	4
2.4	Proefindeling	5
2.5	Waarnemingen	5
2.6	Statistische verwerking van gegevens	6
3	Resultaten	9
3.1	Verloop staartbeschadigingen	9
3.2	Klimaat en voeromschakeling	10
3.3	Preventieve maatregelen	10
3.4	Curatieve maatregelen	13
3.5	Activiteit	14
3.6	Dierfactoren	14
4	Discussie	17
4.1	Vooronderzoek	17
4.2	Verloop staartbeschadigingen	17
4.3	Klimaat en voeromschakeling	18
4.4	Preventieve maatregelen	18
4.5	Curatieve maatregelen	19
4.6	Activiteit	19
4.7	Dierfactoren	20
4.8	Technische resultaten	20
5	Conclusies	21
6	Praktijktoepassing	22
Bijlagen	23
Bijlage 1	Protocol staartbeschadigingen	23
Bijlage 2	Waarnemingsdagen voor dieractiviteit	25
Bijlage 3	Detailering statistisch model voor analyse van activiteitsverschillen	26
Bijlage 4	Gemiddelde voeropname per dier per dag	27
Bijlage 5	Start van staartbijten in relatie tot afdelingstemperatuur en voeromschakeling	28
Bijlage 6	List of tables and figures	29
Literatuur	30

1 Inleiding

Onder staartbijten bij varkens verstaan we dat sommige varkens de staart van hokgenoten door bijten beschadigen. Hierdoor wordt een groter of kleiner deel van de staart afgebeten. Het restant vormt een ideale 'porte d'entrée' voor ziektekiemen (Van den Berg, 1982). Een infectie aan de staart kan zich snel via het bloed of lymfe verspreiden, voornamelijk naar de longen maar ook naar andere delen van het lichaam (Schrøder-Petersen en Simonsen, 2001). Behalve consequenties voor de gezondheid van het varken, heeft staartbijten ook gevolgen voor de slachtkwaliteit doordat geïnfecteerde delen van het varken worden afgekeurd. Daarnaast worden ook de technische kengetallen door staartbijten beïnvloed. In verschillende studies zijn bij staartbijten groeivertragingen geconstateerd, variërend van 33 tot 86 gram per dag (England en Spurr, 1967; Elbers et al., 1990; Van Dijk et al., 1984). Een ongunstige invloed op de groei van gezonde hokgenoten schrijft men voornamelijk toe aan meer onrust in hokken met staartbijters. Recente schattingen van de economische schade door staartbijten voor de gehele sector bedraagt op jaarbasis zo'n half miljoen euro (Zonderland, 2002).

Op de vraag waarom dieren op staarten van hokgenoten bijten is geen eenduidig antwoord te geven. De meest genoemde motivatie voor staartbijten is een natuurlijke behoefte 'iets' te onderzoeken of mee te spelen. Bij gebrek aan de juiste stimulerende omgeving wordt deze motivatie op de verkeerde objecten (hier dus de staarten van hokgenoten) gericht (o.a. Van Putten, 1968; Feddes et al., 1993; Schrøder-Petersen, 2001). Dit noemt men ook wel omgericht gedrag. Een tweede mogelijke motivatie voor staartbijten is een abnormale expressie van agressiviteit (Hansen en Hagelsø, 1980). Binnen een hok bestaat een hiërarchie waarin de dieren een bepaalde rang hebben (bijvoorbeeld hoog, middel of laag). Een stabiele hiërarchie binnen een hok ontmoedigt staartbijten, maar een instabiele sociale ordening kan bijten in de hand werken (Hansen en Hagelsø, 1980). Ondanks dat de achterliggende motivatie voor staartbijten nog niet geheel bekend is, is van een aantal externe factoren wel bekend dat deze de kans op het ontstaan van staartbijten verhogen. Belangrijke factor is het gebrek aan stimulerende materialen in het hok (Huey, 1996; Guise en Penny, 1998). Ook tocht is genoemd als veroorzaker. Laarakker (1989) toonde al eerder aan dat tocht de activiteit van gespeende biggen verhoogt. In deze hokken is een sterke toename van oorbijten gevonden, wat net als staartbijten een vorm van omgericht gedrag kan zijn. Maar ook eiwitdeficiënties, te hoge concentraties van schadelijke gassen of ziektekiemen kunnen staartbijten in de hand werken. Deze factoren zorgen ervoor dat de dieren zich minder prettig in hun omgeving voelen wat leidt tot rusteloosheid en stress (Arey, 1991). Dit leidt tot een verhoging van de gedragsactiviteit waardoor de kans op staartbijten toeneemt. Als deze hypothese klopt, dan wordt staartbijten vooraf gegaan door een periode van verhoogde activiteit. Het meten van activiteit kan dan staartbijten voorspellen, waardoor men dit gedrag kan voorkomen of in een vroeg stadium kan terugdringen.

Couperen van staarten

Om het probleem van staartbijten in de praktijk te voorkomen worden de staarten van jonge biggen gecoupeerd. Het percentage van de dieren in Nederland waarbij men dit toepast, is niet bekend, maar waarschijnlijk ligt dit boven de 80%. Deze ingreep aan het dier is de laatste jaren steeds vaker punt van discussie. Het opkomende besef van deze intrinsieke waarde van het dier heeft ertoe geleid, dat men is gaan nadenken over de manier waarop met dieren wordt omgegaan. In het Ingerepenbesluit uit september 1996 staat een artikel waarin het verrichten van lichamelijke ingrepen bij een dier, waarbij een deel of delen van het lichaam wordt of worden verwijderd of beschadigd, verboden is. Echter, er zijn een aantal uitzonderingen op deze regel. Een van de ingrepen die wel is toegestaan, staat als volgt omschreven: "Het verwijderen van een deel van de staart bij biggen tot de leeftijd van 4 dagen, indien blijkt dat zich op het bedrijf staartverwondingen bij andere varkens voordoen wanneer de ingreep niet is toegepast."

Preventie staartbijten

Een andere methode om de kans op staartbijten bij varkens te verlagen is verrijking van de omgeving, waardoor de dieren minder snel op staarten van hokgenoten gaan bijten. Het verrijken van het hok kan op allerlei manieren. Bijvoorbeeld door strooisel en speeltjes te verstrekken, het beschikbare oppervlak per dier te vergroten of het hok in te delen in verschillende segmenten met ieder een eigen functiegebied. Van strooisel is al vele malen aangetoond dat dit een sterk preventieve werking heeft tegen het optreden van staartbijten (o.a. Van Putten, 1968; Buré et al., 1983; Bøe, 1992; Day et al., 2001). Helaas kunnen we in veel varkenshokken geen grote hoeveelheden stro verstrekken in verband met problemen in de mestafvoer. Om deze problemen te voorkomen moet het stro beperkt verstrekt worden, bijvoorbeeld door middel van een storuif, op een plaats waar het stro niet direct in de mestput terecht komt. Ook kan men afleidingsmateriaal gebruiken in de strijd tegen staartbijten. Alleen zijn niet alle materialen even geschikt voor dit doel. Varkens lijken een voorkeur te hebben voor materialen die gemanipuleerd kunnen worden en waarbij afwisseling plaatsvindt tussen materialen (Buré et al., 1983). Bij onderzoek met verschillende materialen die men in het hok ophing, gaven de varkens voorkeur voor touw boven

een ketting, houten balk en metalen pijp (Zonderland et al., 2003). Het is echter de vraag of met afleidingsmateriaal alleen staartbijten kan worden voorkomen. Daarnaast dient het afleidingsmateriaal ook nog praktisch implementeerbaar te zijn binnen de varkenshouderij. Dit betekent dat het niet te veel extra arbeid met zich mee mag brengen en daarnaast ook nog betaalbaar moet zijn.

Curatief bestrijden staartbijten

Bij een uitbraak van staartbijten is het van belang om snel in te grijpen en de schade beperkt te houden. Van Putten (1968) kon met behulp van stro het staartbijten weer terugdringen. Volgens Dalrymple (1978) kan het ook helpen om bij een uitbraak van staartbijten alle dieren te verplaatsen naar een nieuw hok zodat de aandacht van de dieren weer even van elkaar wordt afgeleid. Ook het verstrekken van nieuwe speeltjes kan de aandacht voor de staart van een hokgenoot even afleiden. Arey (1991) noemt het insmeren van de staart met houtteer of teerolie als mogelijkheid om een uitbraak in te dammen. Deze middelen hebben een afstotende geur en smaak waardoor varkens minder snel op staarten van hokgenoten gaan bijten. Van den Berg (1982) noemt extra ventileren en het verduisteren van de stallen nog als mogelijk therapie bij uitbraken van staartbijten. Deze therapeutische middelen zullen lang niet altijd werken. Een andere mogelijkheid is om de aanstichter of aanstichters uit het hok te verwijderen (van den Berg, 1982). Daarnaast moet men ook de dieren met aangebeten staarten in een apart ontsmet hok zetten om verder bijten op de verwonde staart te voorkomen. Echter, bij geen van deze maatregelen is ooit aangetoond dat ze ook werkelijk helpen in een situatie van staartbijten.

Nieuwe stal in Lelystad

Op het varkensproefbedrijf in Lelystad worden sinds het voorjaar van 2001 de staarten van biggen niet routinematig gecoupeerd. Dit is een nieuw bedrijf waar men niet kon beginnen met preventief staartcouperen, omdat wettelijk gezien eerst moet worden aangetoond dat het houden van dieren met lange staarten leidt tot verwondingen van deze staarten. Met de kennis binnen het Praktijkonderzoek moet minimaal een poging ondernomen worden om staartbijtproblemen op het Praktijkcentrum te voorkomen. Staartbijten op het varkensproefbedrijf kwam nauwelijks voor, maar in het voorjaar van 2002 ontstonden problemen met staartbijten bij gespeende biggen. In de periode van maart tot juni 2002 werd op het varkensproefbedrijf in Lelystad als gevolg van staartbijten ongeveer 20% van de hokken behandeld met medicijnen. In nog eens 15-20% van de hokken hadden dieren milde staartbeschadigingen die verder geen behandeling behoeften. De ontstane situatie is door het Praktijkonderzoek en ID-Lelystad benut om het probleem staartbijten samen te onderzoeken met nadruk op de onderstaande doelstellingen.

Doel van het onderzoek

Het hoofddoel van het onderzoek was preventie en behandeling van staartbijten bij gespeende biggen. De subdoelen waren:

1. Inzicht in de effectiviteit van vier maatregelen ter preventie van staartbijten.
2. Kennis over doelmatigheid van drie curatieve maatregelen.
3. Het toetsen van de hypothese dat een verhoogde activiteit van de biggen voorafgaat aan staartbijten.

2 Materiaal en Methoden

Vooronderzoek

Voordat we begonnen met het dierexperiment is de ontstaansgeschiedenis van de huidige staartbijtproblematiek op het varkensproefbedrijf in Lelystad zo goed mogelijk in kaart gebracht. Tot begin 2002 kwam staartbijten bij ongecoupeerde dieren op het varkensproefbedrijf in Lelystad nauwelijks voor, maar in het voorjaar van 2002 ontstonden problemen met staartbijten bij gespeende biggen. Het staartbijten ontwikkelde zich voornamelijk vanaf ongeveer 10 dagen na spenen. De indruk bestaat dat dit mogelijk een gevolg was van de voeromschakeling tussen dag 8 en 10 na opleg, mogelijk in combinatie met een suboptimaal klimaat in de afdelingen. Om te achterhalen wat de mogelijke oorzaken waren van het staartbijten specifiek in de biggenopfokafdelingen van het proefbedrijf, hebben we 3 weken het voerverbruik per hok bijgehouden vanaf de oplegdag. Daarnaast is in deze periode het klimaat en met name het luchtpatroon van de binnenkomende lucht bekeken.

2.1 Diermateriaal

Voor het onderzoek zijn in totaal 960 gespeende biggen van het kruisingstype Dalland (523 beren en 437 gelten) van het Varkensproefbedrijf te Lelystad gebruikt. De eerste biggen zijn op 15 augustus 2002 opgelegd en de laatste waarnemingen vonden plaats op 30 oktober 2002. De biggen zijn niet gecastreerd, staarten niet gecoupeerd en tanden niet geknipt. De gespeende biggen zijn op een leeftijd van 4 à 5 weken in de opfokhokken opgelegd. Na 5 weken zijn de dieren naar de vleesvarkenafdelingen verplaatst. Bij opleg hebben we alle dieren met spuitbussen gemerkt (verschillende kleuren en verschillende codes) om individuele herkenning mogelijk te maken. De markeringen op de dieren zijn dagelijks gecontroleerd en indien nodig overgespoten om te zorgen dat de merktekens goed zichtbaar bleven. De diergegevens (gewicht, sekse, enz.) waren gekoppeld aan het oormerknummer en daarmee ook aan het merkteken.

2.2 Huisvesting en klimaat

Voor het onderzoek hebben we vier afdelingen voor gespeende biggen gebruikt. Elke afdeling bestaat uit twee rijen van negen hokken, elk 2,95 m diep en 1,42 m breed. Elk hok bestaat, vanaf de voergang gezien, uit 0,35 m metalen roostervloer (noodrooster), 1,50 m hellende dichte vloer en 1,10 m metalen roostervloer. Het mestkanaal is voorzien van ICV-platen en de mest wordt via rioleringsysteem afgevoerd. Het noodrooster is voorzien van een waterkanaal. De hokafscheiding bestaat uit twee delen. Het voorste gedeelte (boven het noodrooster en de dichte vloer) is aan de onderkant dicht (pvc plaat) en aan de bovenkant is een metalen hekwerk. Het achterste gedeelte (boven het mestkanaal) is volledig van metalen hekwerk.

Verse lucht komt de afdeling binnen via het rooster in de voergang. Deze lucht komt door openingen in de zijanten van de stal binnen onder het gedeelte van de dichte vloer. Vervolgens gaat deze lucht via doorgangen in de putmuur naar de ruimte onder de voergang. Vanaf de voergang komt de verse lucht over de hokafscheiding bij de dieren. De lucht wordt door centrale afzuiging uit de afdeling gezogen. De luchtkoker met meetwaaier en smoorunit (diameter van 0,45 m) zit boven de voergang bij de ingang van de afdeling. Het klimaat wordt automatisch geregeld met temperatuur en ventilatiecurven conform de praktijk.

De biggen hadden beschikking over kunstlicht vanaf 07.00 tot 21.00 uur. De ramen waren afgeplakt om inval van daglicht te voorkomen. Overdag was de standaardverlichting aan (=helft van de TL-balken), bij werkzaamheden was ook het werklucht aan (=alle TL-balken). De gemiddelde lichtintensiteit in de afdeling bij standaardverlichting was 47 lux en bij werkverlichting 79 lux.

De biggen hadden onbeperkt beschikking over droogvoer in een droogvoerbak met twee vreetplaatsen. Deze voerbakken werden op twee momenten bijgevuld, namelijk om 4.00 uur en 11.00 uur 's morgens. Het vullen van alle bakken nam ongeveer 2 uur in beslag. De omschakeling van melkkorrel naar speenkorrel heeft in de kraamhokken plaatsgevonden. De voerovergang viel dus niet samen met het spenen, om de stress bij biggen te beperken. De eerste 8 dagen kregen de gespeende biggen speenkorrel, waarna in 4 dagen overgeschakeld werd naar de opfokkorrel. Vanaf dag 26 zijn de biggen in 4 dagen omgeschakeld naar een startkorrel. Drinkwater is onbeperkt verstrekt in een drinkbakje naast de droogvoerbak.





2.3 Proefbehandelingen

In het onderzoek zijn vier preventieve maatregelen om staartbijten te voorkomen en twee curatieve maatregelen om staartbijtproblemen zo snel mogelijk terug te dringen getest. De onderstaande preventieve maatregelen zijn getest onder de standaard condities van het proefbedrijf, waarbij een kleine aanpassing in het lichtschema (14 uur licht i.p.v. de huidige 9 uur) is toegepast.

2.3.1 Preventie maatregelen

De vier preventieve maatregelen die bij opleg zijn toegepast staan geïllustreerd in tabel 1.

Tabel 1 De vier proefbehandelingen: ketting, rubber speeltje, strospeelbak en stro

Ketting	Rubber speeltje	Strospeelbak	Stro
			

Ketting

De ketting hing door een metalen pijp, die bevestigd was op de hokafscheiding in het hok. De afstand tussen de ketting en hokafscheiding was ongeveer 20 cm en de ketting hing tot ongeveer 50 cm boven de grond.

Rubber speeltje

Het rubberen speeltje bestond uit twee rubberen slangen die in een kruisvorm aan een ketting bevestigd waren. Deze ketting hing door een metalen pijp die aan de hokafscheiding bevestigd was. De afstand van de hokafscheiding en het speeltje was ongeveer 40 cm. Op deze manier hing het afleidingsmateriaal vrij boven het rooster en konden de gespeende biggen van alle kanten goed bij het afleidingsmateriaal.

Strospeelbak

De strospeelbak stond voor in het hok tegenover de voerbak met de opening naar de dichte vloer. De hoeveelheid stro in de bak werd dagelijks gecontroleerd en indien nodig bijgevuld.

Stro

Om te voorkomen dat het stro in de mestput terecht kwam en problemen veroorzaakt bij de mestafvoer uit de afdeling, zijn bij alle hokken met stro de noodroosters voor in het hok met een metalen plaat bedekt. Ook is op de grens tussen de dichte vloer en het mestrooster een stro-kering (houten balk) geplaatst. Stro is tweemaal daags verstrekt, meestal een handvol. De hoeveelheid was afhankelijk van de hoeveelheid stro die nog in het hok aanwezig was. In het hok was op de dichte vloer continu stro aanwezig.

2.3.2 Curatieve maatregelen

Op het moment dat staartbijten binnen een hok uitbrak zijn we begonnen met curatieve maatregelen. Het moment van toepassen werd bepaald aan de hand van de staartbeschadigingsscore van een hok. Het kritieke niveau hiervoor was als binnen een hok minimaal één dier een verwonding met vers bloed aan de staart had en minimaal één ander dier vers bloed aan de staart vertoonde door bijtpuntjes of wond (zie protocol in bijlage 1). Op de dag waarop we dit waarnamen, werd voor het desbetreffende hok een van de curatieve maatregelen toegepast.

De twee curatieve maatregelen bestonden uit:

- Dagelijks een handvol lang stro verstrekken.
- Afzonderen van dieren die als bijter zijn geïdentificeerd.

Bij het verstrekken van het stro werd een stro-kering in het hok geplaatst en het noodrooster afgesloten met een metalen plaat om te voorkomen dat het stro in de mestput terecht kwam.

Op de dag waarop het kritieke niveau bereikt werd, is gekeken of de 'bijter' geïdentificeerd kon worden (maximaal 30 minuten). Als het duidelijk was om welk dier het ging, werd deze meteen afgezonderd. Was dit niet het geval, dan is later op die dag (minimaal 2 uur later) nogmaals gekeken voor een periode van maximaal 30 minuten. Was

het dan nog niet duidelijk welk dier de bijter was, dan werd automatisch overgeschakeld op stroverstreking als curatieve maatregel. Bij identificatie van twee dieren als bijters, hebben we beide dieren apart gezet. Bij meer dan twee geïdentificeerde bijters kreeg het hok ook automatisch stroverstreking als curatieve maatregel. De toegepaste curatieve maatregelen hebben we binnen de preventieve behandelingen om en om ingezet. Hierbij gingen we altijd eerst op zoek naar de bijter. Lukte dit, dan werd bij het volgende hok, binnen dezelfde preventieve behandeling, stro als curatieve maatregel verstrekt. Lukte dit niet, dan probeerden we bij het volgende hok weer de bijter te identificeren. Op deze manier zijn beide curatieve maatregelen evenredig vaak toegepast.

2.4 Proefindeling

Per afdeling zijn 16 hokken met in elk hok 10 dieren voor dit onderzoek gebruikt (de achterste twee hokken tegen de buitenmuur links en rechts van de voergang zijn niet voor dit onderzoek gebruikt). Per afdeling zijn de hokken in vier blokken van vier hokken ingedeeld en werden de vier preventieve behandelingen binnen elk blok over de hokken verloot (tabel 2). In week 0 zijn de eerste twee afdelingen opgelegd, 3 weken later de derde en vierde afdeling. Na 5 weken zijn de dieren uit de eerste afdeling verplaatst naar de vleesvarkensafdelingen. In week 6 zijn in de eerste twee afdelingen weer gespeende biggen opgelegd.

Tabel 2 Proefindeling per ronde per afdeling

Ronde 1				Ronde 2				Ronde 3			
Afdeling 1		Afdeling 2		Afdeling 1		Afdeling 2		Afdeling 1		Afdeling 2	
Hok	Beh. ¹	Hok ¹	Beh. ¹	Hok ¹	Beh. ¹	Hok ¹	Beh. ¹	Hok ¹	Beh. ¹	Hok ¹	Beh. ¹
1	Rs	1	ssb	1	ket	1	stro	1	Stro	1	ssb
2	ket	2	ket	2	rs	2	rs	2	Ssb	2	rs
3	ssb	3	rs	3	ssb	3	ssb	3	Rs	3	ket
4	stro	4	stro	4	stro	4	ket	4	Ket	4	stro
5	ssb	5	stro	5	rs	5	rs	5	Ssb	5	ssb
6	rs	6	rs	6	ssb	6	ket	6	Ket	6	ket
7	stro	7	ket	7	ket	7	stro	7	Stro	7	stro
8	ket	8	ssb	8	stro	8	ssb	8	Rs	8	rs
11	ket	11	ket	11	rs	11	stro	11	Ssb	11	ssb
12	ssb	12	ssb	12	ssb	12	ket	12	Ket	12	rs
13	stro	13	stro	13	stro	13	ssb	13	stro	13	ket
14	rs	14	rs	14	ket	14	rs	14	rs	14	stro
15	rs	15	stro	15	ket	15	stro	15	ssb	15	stro
16	ket	16	ket	16	ssb	16	rs	16	ket	16	ssb
17	stro	17	ssb	17	rs	17	ssb	17	stro	17	rs
18	ssb	18	rs	18	stro	18	ket	18	rs	18	ket

¹ Ket = ketting, rs = rubber speeltje, ssb = strospeelbak

2.5 Waarnemingen

Tijdens het onderzoek zijn de volgende waarnemingen gedaan:

- Diergegevens
- Beschadigingscores van de individuele staarten
- Activiteit
- Temperatuur, ventilatie, voeropname, groei, lichtintensiteit en klinische afwijkingen

Diergegevens

Van ieder dier werd sekse en afstamming genoteerd. Daarna werd per hok gekeken of de dieren van één of meerdere tomen afkomstig waren (wel of niet gemengd).

Beschadigingsscores

Met behulp van een protocol (bijlage 1) zijn op individueel niveau de beschadigingen van staarten gescoord. Deze waarnemingen zijn tot dag 35 na opleg dagelijks uitgevoerd.

Activiteit

Gedurende 35 dagen na opleg zijn van alle hokken digitale video-opnamen gemaakt. De camera's hingen boven de afscheidingen tussen twee hokken. Elke camera kon twee hokken tegelijk opnemen. De opnames zijn gemaakt van 's morgens 7.00 uur tot 11.00 uur en 's middags van 14.00 uur tot 19.00 uur. Tijdens een aantal periodes tijdens de proef liepen twee rondes tegelijkertijd. Tijdens deze overlap waren vier camera's per afdeling beschikbaar. De helft van de afdeling kon hiermee per keer opgenomen worden. Hierdoor is van elk hok om de dag opnames gemaakt. Camera's werden tussen 11.00 en 14.00 uur verwisseld, zodat een opname van een hok van 14.00 tot 19.00 uur op de ene dag was en van 7.00 tot 11.00 uur op de andere dag. Op het moment dat geen overlap van rondes was, waren acht camera's per afdeling beschikbaar en is van elk hok continu opnames gemaakt.

Temperatuur e.d.

Temperatuur en ventilatie zijn met behulp van een Fancom-computer dagelijks vastgelegd. De biggen zijn zowel bij het spenen als aan het einde van de proef gewogen. De voeropname werd aan het eind van iedere ronde per hok berekend. Lichtintensiteit is eenmalig gemeten. De diervverzorgers hebben klinische afwijkingen tijdens de ronde vastgelegd.

2.6 Statistische verwerking van gegevens**Preventieve maatregelen**

De parameters staartverwonding en bloed zijn omgezet naar een binaire variabele (discrete variabele met twee klassen: 0 of 1). Werd binnen een ronde in een hok minimaal tweemaal een dier met 'bijtpuntjes' gescoord, dan viel dit hok wat betreft staartverwonding in klasse 1, de overig hokken in klasse 0. Doordat een foutieve score van 'bijtpuntjes' niet geheel uit te sluiten is, moesten we deze score minimaal twee keer binnen een ronde scoren om in klasse 1 te vallen. Hokken waarin een of meerdere dieren met 'rood bloed' waren gescoord, vielen in klasse 1, de overige hokken in klasse 0. Het effect van behandeling (preventieve maatregelen) op deze binaire variabele is geanalyseerd met behulp van een logistisch regressiemodel, waarin effecten worden geïntroduceerd op logit schaal; $\text{Logit}(p) = \text{Log}(p/(1-p))$, en waarbij gebruik wordt gemaakt van de variantiefunctie van de binomiale verdeling, zie model (1).

$$(1) \quad \text{Log}(p/(1-p)) = \text{constante} + \text{ronde} + \text{afdeling} + \text{blok} + \text{behandeling}$$

$$\text{Var}(Y) = p(1-p).$$

Hierin is Y de 0-1 variabele en p de kans op milde of ernstige staartbeschadigingen in een hok. De voorspelde gemiddelden per klasse zijn vervolgens paarsgewijs getoetst met Fisher LSD, gebaseerd op de t-toets ($p=0,05$).

Curatieve maatregelen

Het effect van curatieve maatregelen moet zichtbaar worden in een overgang van vers 'rood bloed' (score 4) op de staarten van de dieren naar 'donker rood bloed' (score 3) en vervolgens 'opgedroogd bloed' (score 2). Hiervoor zijn in hokken waar curatief is ingegrepen de gemiddelde bloedscores (score 1,2,3 of 4) per dag tot 10 dagen na ingrijpen berekend. Om het effect van de curatieve behandeling op het verschil in bloedscore op dag 0 ten opzichte van bloedscores op de opeenvolgende dagen te analyseren is model (2) gebruikt.

$$(2) \quad Y = \text{constante} + \text{ronde} + \text{afdeling} + \text{blok} + \text{behandeling}$$

Hierbij is Y het verschil tussen de bloedscore op dag 0 en een van de volgende dagen (dag 1, 2, ..., of 10).

Daarnaast is getoetst of er, gerekend over alle proefbehandelingen (zowel preventief als curatief) heen, ten opzichte van dag 0 sprake was van een significante afname in gemiddelde bloedscore op een van de daarop volgende dagen (dag 1, 2, ..., of 10) in die hokken waar curatief is ingegrepen. Dit is eveneens getoetst met model (2), waarbij de onbetrouwbaarheid (P-waarde) behorend bij de constante uit het model werd opgevraagd; dit komt overeen met een gepaarde t-toets.

Activiteit

Aan het einde van het onderzoek is vastgesteld op welke dag en in welke hokken voor het eerst milde staartbeschadiging is geconstateerd. Vervolgens zijn voor deze hokken de digitale beelden met gedragsopnamen van de eerste (dag -1) en de tweede (dag -2) dag, voorafgaande aan de dag waarop voor het eerst staartbijten is

waargenomen, uitgelezen. Als controlewaarnemingen fungeerden video-opnamen op corresponderende dagen van alle hokken waar nooit staartbijten is gezien (zie bijlage 2). Dat betekent dat één waarneming van 2 dagen (dag -1 en dag -2) in een hok met staartbijten vergezeld gaat van een veelvoud van controlewaarnemingen op datzelfde tijdstip in alle hokken waar gedurende het experiment geen staartbijten is gezien. Een waarnemingsdag had betrekking op een periode van de middag (14.00 tot 19.00 uur) of van de ochtend (07.00 tot 11.00 uur). Bij het uitlezen werd elk kwartier geregistreerd hoeveel varkens in een hok stonden en uitgedrukt als percentage van het totaal aantal varkens per hok. Per waarnemingsdag hebben we per hok dus 20 (middag) of 16 (ochtend) waarnemingen van de activiteit verzameld.

De statistische analyse is uitgevoerd op gemiddelde fracties van afzonderlijke dagen (dag -1 en dag -2) per hok. We hebben gebruik gemaakt van een gegeneraliseerd lineair mixed model, zie model (3). De effecten voor experimentele factoren zijn geïntroduceerd op de logistische schaal:

$$(3) \quad \text{logit}(p) = \text{som van fixed en random effecten.}$$

Onder de fixed effecten wordt verstaan alle systematische effecten. Dit betreft rondes en afdelingen binnen rondes, dagdelen (ochtend of middag), oplegdag, behandeling, afwijkingen van staartbijten hokken t.o.v. controle hokken voor de dagen (-1 en -2) voorafgaand aan staartbijten en interactie termen. Met rondes en afdelingen zijn geen interacties opgenomen. Random effecten betreffen blokken binnen afdelingen, hokken binnen blokken en een factor die de samenhang tussen paren opeenvolgende dagen (-1 en -2) weergeeft. Zie bijlage 3 voor een gedetailleerde beschrijving van het model. Het contrast in activiteit tussen controlehokken en hokken waar staartbijten is opgetreden is gemodelleerd met behulp van twee covariabelen waarvan de coëfficiënten de afwijkingen weergeven van de activiteit in hokken met staartbijten ten opzichte van die in controlehokken op respectievelijk één (dag -1) en twee (dag -2) dagen voordat staartbijten begint.

Als aanvulling op een analyse van de gemiddelde activiteit per waarnemingsdag is ook een analyse uitgevoerd op variantie van de gemiddelde activiteit per waarnemingsdag (berekend over de 20 of 16 waarnemingen per waarnemingsdag), als maat voor synchroniteit in activiteit over de waarnemingsperiode binnen een hok (meer synchroniteit gaat gepaard met een hogere variantie). Voor deze laatste analyse is een zelfde soort model gebruikt als voor de analyse van de gemiddelde activiteit. De effecten zijn getoetst met behulp van de Wald toets.

Diergegevens

Sekse ratio

Binnen ieder hok is de ratio tussen mannelijke en vrouwelijke dieren berekend, wat ligt tussen 0 en 100%. Dit percentage stelt het aandeel zeugen binnen het hok voor. Deze fracties zijn vervolgens ingedeeld in een van de volgende klassen:

1. Minder dan 30% zeugen in hok
2. Tussen de 30 en 49% zeugen in hok
3. 50% zeugen in hok
4. Tussen de 50 en 79% zeugen in hok
5. Meer dan 79% zeugen in hok

Deze indeling is gebruikt voor de statistische analyse waarbij gebruik is gemaakt van model (1) met toevoeging van de factor sekse ratio en de bijborende interactie met behandeling.

Diergewicht

Om te toetsen of de variatie in opleggewicht invloed heeft op het ontstaan van staartbijten is de variatiecoëfficiënt (VC) van het opleggewicht per hok berekend met de volgende formule:

$$\text{VC opleggewicht} = \frac{\text{Standaard deviatie opleggewicht}}{\text{Gemiddeld opleggewicht}} \cdot 100\%$$

Aan de hand van deze berekende variatiecoëfficiënten is een indeling gemaakt in drie klassen:

1. Weinig variatie in opleggewicht ($VC < 10\%$)
2. Gemiddelde variatie in opleggewicht ($10\% < VC < 15\%$)
3. Veel variatie in opleggewicht ($VC > 15\%$)

Deze indeling is gebruikt in de statistische analyse van variatie in opleggewicht.

Naast variatie in opleggewicht is ook het gemiddelde gewicht en standaard deviatie berekend van dieren met geen, milde of ernstige staartbeschadigingen. Dit is berekend voor zowel het opleggewicht als eindgewicht van

de gespeende biggen. Verschil in opleg of eindgewicht van dieren met geen, milde of ernstige staartbeschadigingen is getoetst met het model (4).

$$(4) \quad Y = \text{constante} + \text{ronde} + \text{afdeling} + \text{blok} + \text{hok} + \text{staartbeschadiging}$$

Hierbij is Y het individuele opleg of eindgewicht. De voorspelde gemiddelden per klasse van staartbeschadigingen zijn paarsgewijs getoetst met behulp van Fisher LSD, gebaseerd op de t-toets ($p=0,05$).

Mengen

Bij opleg in de biggenopfokafdelingen is een deel van de tomen intact gelaten en een deel is gemengd. Van de gemengde tomen waren er een aantal waarin één enkel dier aan een andere toom was toegevoegd, bij de overige tomen waren er meerdere dieren gemengd afkomstig van twee of meer tomen. De hokken zijn daarom ingedeeld in een van de volgende drie klassen:

1. Niet gemengd
2. Eén dier toegevoegd aan groep
3. Meerdere dieren van twee of meer tomen gemengd

Het effect van sekse ratio, variatie in opleggewicht en mengen op het ontstaan van staartbijten is getoetst met behulp van logistische regressie analyse. Hiervoor is model (1) gebruikt met als extra factoren 'mengen', 'sekse ratio', en 'variatie in opleggewicht'.

Technische resultaten

Groei

De groei per dier is bepaald door van het eindgewicht in de opfokperiode het gewicht bij opleg af te trekken en te delen door het aantal groeidagen. Deze groei is vervolgens per hok gesommeerd en gedeeld door het aantal dieren in het hok om tot de gemiddelde groei per hok te komen. Hierbij is gecorrigeerd voor uitgevallen dieren of dieren die verplaatst zijn door curatief ingrijpen.

Voerverbruik

De verbruikte hoeveel speenvoer, opfokvoer en startvoer in elk hok is per voersoort geregistreerd. De overgebleven hoeveelheid voer in de voerbak op moment van verplaatsen (geschat op halve kilogram nauwkeurig) is in mindering gebracht op het startvoer. De verschillende voersoorten worden gesommeerd, wat leidt de totale hoeveelheid voer per hok.

Voederconversie

Om het effect van verschillende gradaties (geen, milde of ernstige) staartbeschadigingen te toetsen op de technische kengetallen zijn alle hokken ingedeeld in een van de volgende drie klassen:

1. Hokken zonder staartbeschadigingen
2. Hokken met milde staartbeschadigingen
3. Hokken met ernstige staartbeschadigingen

Er was sprake van milde staartbeschadigingen als binnen een hok tenminste twee keer binnen een ronde bij één of meerdere dieren bijpuntjes gescoord was.

Bij ernstige staartbeschadigingen was tenminste twee keer een dier met een staartwond en bloed (rood of donker rood bloed) gescoord.

Voederconversie per hok is berekend door het totale voerverbruik te delen door de totale gewichtstoename per hok. De effecten van milde of ernstige staartbeschadigingen op groei, voerverbruik en voederconversie zijn getoetst met het volgende model:

$$(5) \quad Y = \text{constante} + \text{ronde} + \text{afdeling} + \text{blok} + \text{behandeling} + \text{staartbeschadig} + \text{behandeling} * \text{staartbeschadiging}$$

Hierbij is Y de gemiddelde groei, voerverbruik of voederconversie per hok. Staartbeschadiging is in dit model opgenomen als factor met drie niveaus: geen, milde of ernstige beschadigingen (zie hierboven). De voorspelde gemiddelden per klasse van staartbeschadigingen zijn paarsgewijs getoetst met behulp van Fisher LSD, gebaseerd op de t-toets ($p=0,05$).

3 Resultaten

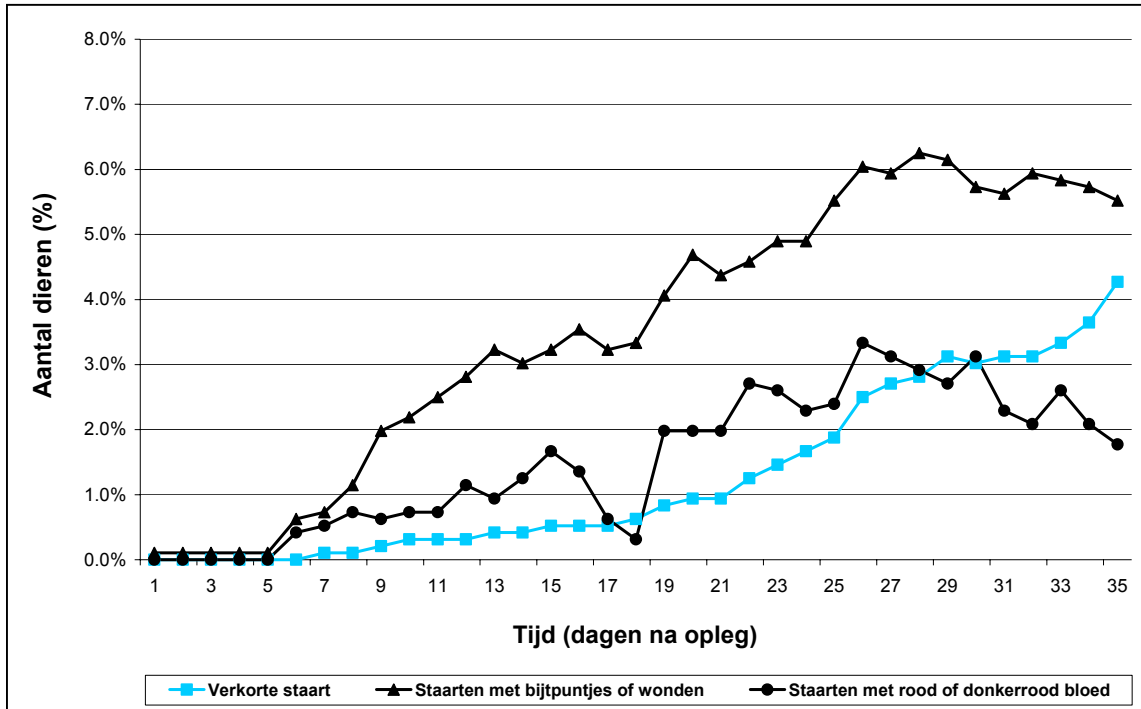
Om te controleren of de voeromschakeling tussen dag 8 en 10 na opleg invloed had op het ontstaan van staartbijten, hebben we in drie afdelingen het voerverbruik per hok van dag 1 tot en met dag 18 bijgehouden. In deze drie afdelingen kwam in ongeveer 15% van de hokken ernstig staartbijten en in 17% milde verschijnselen van staartbijten voor. Voeropname in deze hokken verschilde weinig met hokken zonder staartbijten (zie bijlage 4). Het klimaat in een aantal afdelingen met gespeende biggen is door een externe klimaatspecialist gecontroleerd. Bij de controle was het luchtpatroon van binnenkomende lucht correct, waarbij deze rustig onder uit de voergang over de hokafscheiding naar de biggen stroomde.

3.1 Verloop staartbeschadigingen

Van de 96 hokken waren in 52 (54%) hokken milde staartbeschadigingen gescoord. In deze hokken was minimaal op twee verschillende dagen een dier met bijpuntjes gescoord. In 33 hokken (34%) werden ernstige staartbeschadigingen gesignaleerd, waarbij een of meerdere dieren met een verwonding met vers bloed (zie protocol staartbeschadigingen in bijlage 1).

Figuur 1 toont het verloop van de staartbeschadigingen (bijpuntjes of wonden), de bloedscores (rood of donkerrood bloed) en de staartlengte (verkorte staart) gedurende de ronde. De staarten van bijna alle biggen waren de eerste 5 dagen na opleg volledig gaaf en intact. Na dag 5 steeg het percentage dieren met bijpuntjes of wonden gestaag. Na dag 25 stabiliseerde dit en nam zelfs weer wat af. Dit duidt op herstel van de staartverwondingen. Het percentage dieren binnen een hok met rood of donkerrood bloed op de staart steeg eveneens gestaag na dag 5, met een tijdelijke terugval rond dag 18. Het aantal dieren met bloed aan de staart was het grootste deel van de ronde ongeveer 50% lager vergeleken met dieren met alleen milde staartbeschadigingen. Het percentage gespeende biggen met een afgebeten staart steeg met name pas in de tweede helft van de ronde.

Figuur 1 Verloop van het percentage dieren met staartbeschadiging (bijpuntjes en verwondingen), bloedscore (rood of donkerrood bloed) en staartlengte (korter dan 100%).



3.2 Klimaat en voeromschakeling

Het verloop in temperatuur binnen de afdelingen tijdens het onderzoek staat in bijlage 5. De pijlen geven de momenten aan waarop wij binnen een hok de eerste staartbeschadigingen constateerden, waarbij de dikte van de pijlen het aantal hokken weergeeft. Daarnaast is de ingestelde curve van de verwarmingstemperatuur binnen de afdelingen weergegeven. De gearceerde vakken geven de periode van voeromschakeling weer: tussen dag 8 en 11 van speenkorrel naar opfokkorrel, tussen dag 26 en 29 van opfokkorrel naar startvoer.

De gemiddelde temperaturen in de afdeling lag in de eerste twee ronden tussen de 24 en 27°C. Bij opleg van de gespeende biggen was de temperatuur bijna 28°C, wat in overeenstemming was met de ingestelde temperatuurcurve. Alleen in ronde drie lag de gemiddelde temperatuur lager, gemiddeld 2°C in afdeling 2 en in afdeling 1 soms 4°C lager.

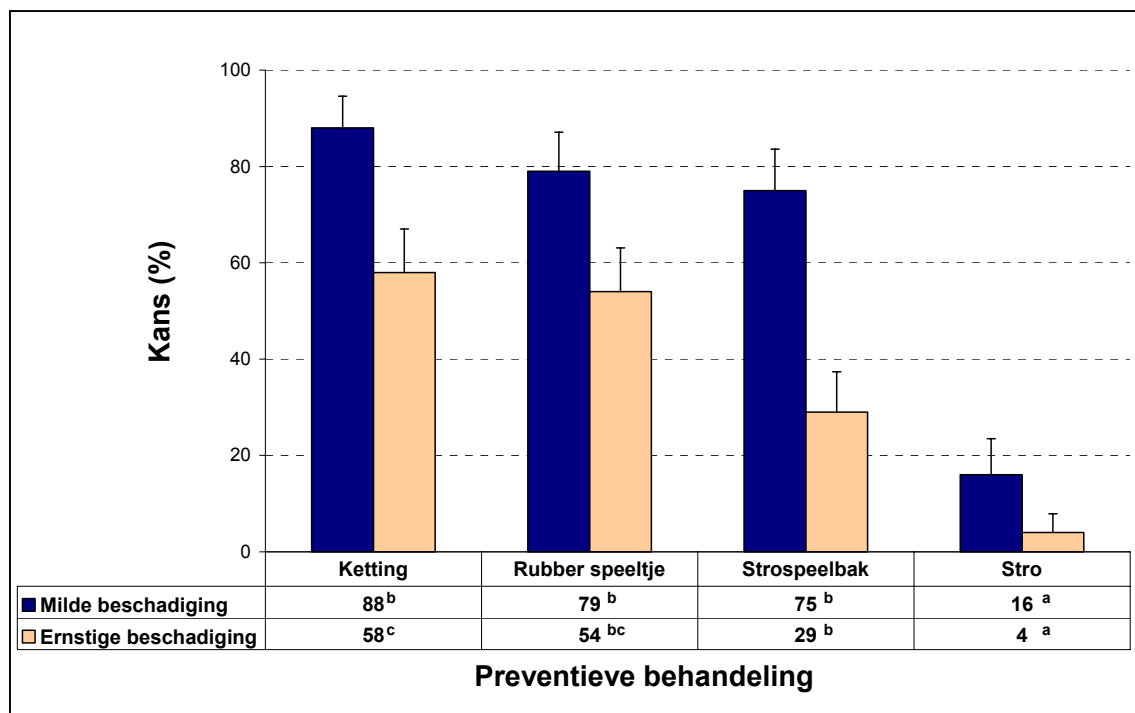
Over het algemeen ontstonden de eerste staartbeschadigingen in een afdeling tussen dag 5 en dag 18 na opleg. Maar in afdeling 1 van ronde twee werden de meeste hokken met staartbeschadigingen pas na dag 15 geconstateerd.

3.3 Preventieve maatregelen

In hokken met stro werd ongeveer 20 gram stro/dier/dag verstrekt. Dit was sterk afhankelijk van de bevulling op de dichte vloer. Met name in de eerste twee ronden was de dichte vloer met daarop het stro vaak bevuild met mest. Dit is dagelijks schoongemaakt en er werd nieuw stro in de hokken gestrooid. In de derde ronde was de dichte vloer minder bevuild en bleef het stro langer schoon, waardoor het gemiddelde stroverbruik minder was. Het stro wat de biggen uit de strospeelbak haalden, lag gemiddeld op ongeveer 5 gram stro/dier/dag. Het rubber speeltje bleef in alle ronden intact. Alleen de uiteinden van de twee gekruiste slangen waren enigszins beschadigd.

Met behulp van model (1) is de gemiddelde kans op milde of ernstige staartbeschadigingen berekend. In figuur 2 staan per preventieve behandeling de kans op milde of ernstige staartbeschadigingen.

Figuur 2 De gemiddelde kans per hok (inclusief standard error of means) op een of meerdere dieren met milde of ernstige staartbeschadigingen bij de vier proefbehandelingen. Verschillende letters per rij geven een significant verschil weer ($P < 0,05$).



In de hokken met stro was de kans op zowel milde als ernstige staartbeschadigingen kleiner dan bij de overige drie preventieve maatregelen. Bij de strospeelbak was de kans op ernstige staartbeschadigingen lager dan bij de ketting, maar niet ten opzichte van het rubber speeltje.

Verloop staartscores gedurende de ronde

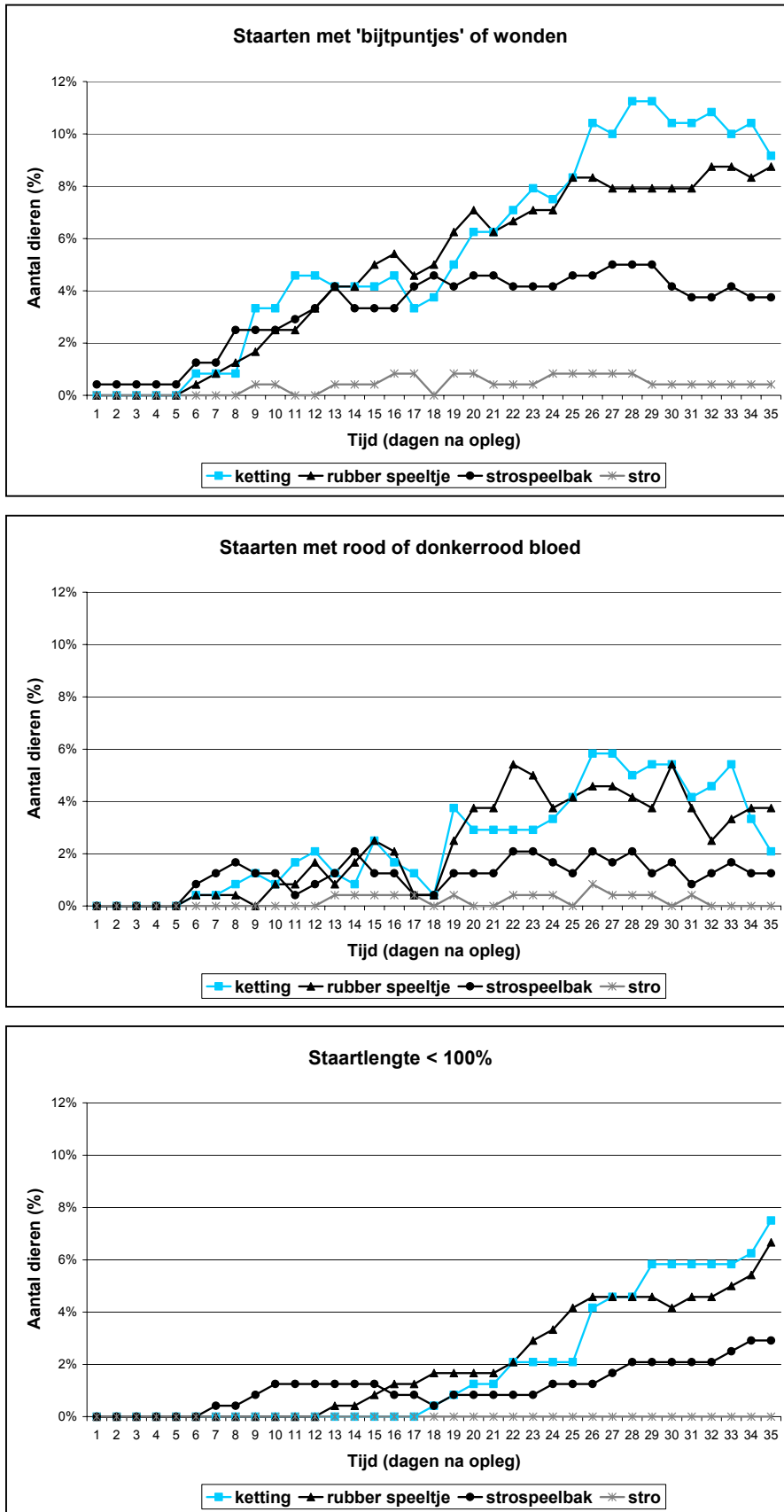
Het verloop in percentage dieren met staartverwonding was voor hokken met een ketting, rubberen speeltje of strospeelbak vergelijkbaar tot dag 20. Daarna steeg het percentage dieren met staartbeschadigingen verder in hokken met een rubber speeltje of ketting, in tegenstelling tot de hokken met een strospeelbak. In hokken met alleen een ketting steeg het percentage dieren met staartbeschadigingen tot boven de 11%. Daarentegen bleef in hokken met stro het percentage dieren met bijtpuntjes of wonden gedurende de gehele opfokperiode onder de 1%.

Ook de bloedscores waren in het tweede deel van de ronde in hokken met een ketting of rubberen speeltje hoger dan in hokken met stroverstreking. In de hokken met stro op de vloer werd maar bij een klein percentage van de dieren rood of donkerrood bloed gescoord.

Gespeende biggen met een, door staartbijten, verkorte staart kwamen vooral voor in de tweede helft van de ronde en dan met name in hokken met een ketting of rubber speeltje. Opvallend was de vroege score (vanaf dag 7) van afgebeten staarten in hokken met een strospeelbak. Desondanks bleef dit percentage dieren met een afgebeten staart lager dan in hokken met een ketting of rubber speeltje. In hokken met stro waren gedurende het onderzoek de staarten van alle dieren intact gebleven. Een afname van het percentage dieren met een afgebeten staart binnen een proefbehandeling (wat theoretisch niet kan) werd veroorzaakt door het af en toe tussentijds verwijderen van dieren met een afgebeten staart ('bijters' of om andere redenen). Hierdoor kon het gemiddelde percentage dieren met verkorte staarten dalen.



Figuur 3 Per preventieve behandeling het verloop van het percentage dieren met staartbeschadiging (bijtpuntjes en verwondingen), bloedscore (rood of donkerrood bloed) en staartlengte (korter dan 100%).



3.4 Curatieve maatregelen

In 21 hokken werd curatief ingegrepen. Hier hebben we 10 bijters eruit gehaald (ketting 5, rubberen speeltje 3 en strospeelbak 2). In 11 hokken werd stro gestrooid (ketting 5, rubberen speeltje 5 en strospeelbak 1). In totaal waren 14 bijters geïdentificeerd (soms meerdere bijters in het hok). Van deze 14 was 42,9% beer en 57,1% zeug.

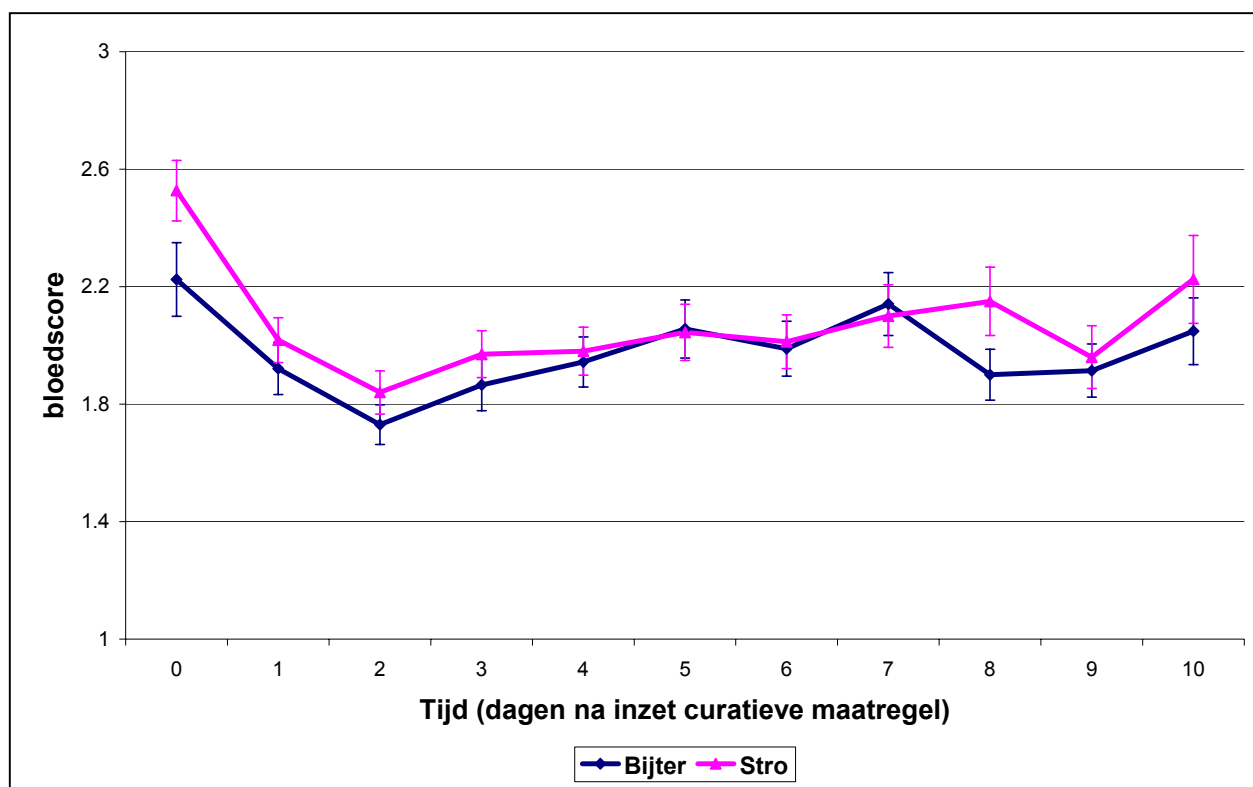
In tabel 3 staat de verdeling van curatieve ingrepen per proefbehandeling per ronde.

Tabel 3 Aantal hokken met curatief ingrijpen per proefbehandeling per ronde

Proefbehandeling	Ronde 1	Ronde 2	Ronde 3	Totaal
Ketting	2	4	4	10
Rubber speeltje	1	2	5	8
Strospeelbak	2	0	1	3
Stro	0	0	0	0
Totaal	5	6	10	21

De gemiddelde bloedscore per hok geeft een beeld van herstel van aangebeten staarten. Voor de twee curatieve maatregelen staan in figuur 4 de bloedscores uitgezet in de dagen na inzet van de curatieve maatregel.

Figuur 4 Per curatieve behandeling (stro verstrekken of bijter uit hok halen), de gemiddelde bloedscore na inzet van de behandeling.



De gemiddelde bloedscore nam de eerste 2 dagen af tot onder een gemiddelde van 2, waarna het rond de score 2 bleef schommelen. Dit betekent dat na inzet van een curatieve maatregel het aantal dieren met vers rood (score 4) of donkerrood (score 3) afnam en het aantal dieren met zwart (score 2) of geen (score 1) bloed toenam.

Er werd geen effect gevonden van curatieve behandeling op de gemiddelde bloedscore binnen een hok. Beide behandelingen zorgden voor een reductie van de bloedscores. Met behulp van model (2) is getoetst of de bloedscores na curatief ingrepen gereduceerd werd. De bloedscores op dag 1 tot en met dag 6, dag 8 en dag 9

waren lager vergeleken met de bloedscore op dag 0 ($P < 0,05$). De gemiddelde bloedscores op dag 7 en 10 verschilden niet met de bloedscore op dag 0.

3.5 Activiteit

In tabel 4 staan voor elk van de vier behandelingsgroepen de voorspelde gemiddelden met 'standard error of means' (SEM) voor de activiteit per dagdeel (middag, ochtend) van varkens in controlehokken en varkens in hokken waar staartbijten is gezien. Deze voorspelde gemiddelden en SEM zijn berekend met behulp van model (3).

Tabel 4 Gemiddelde activiteit en standard error of means (SEM) in hokken met en zonder staartbijten per dagdeel voor de vier behandelingen

	Staartbijten				Geen staartbijten			
	Middag		Ochtend		Middag		Ochtend	
	Gemiddelde	SEM	Gemiddelde	SEM	Gemiddelde	SEM	Gemiddelde	SEM
Ketting	0,364	0,018	0,263	0,016	0,368	0,017	0,267	0,016
Rubber speeltje	0,369	0,016	0,264	0,014	0,373	0,016	0,268	0,014
Strospeelbak	0,391	0,012	0,322	0,011	0,395	0,018	0,326	0,016
Stro	0,367	0,014	0,239	0,012	0,371	0,017	0,243	0,014

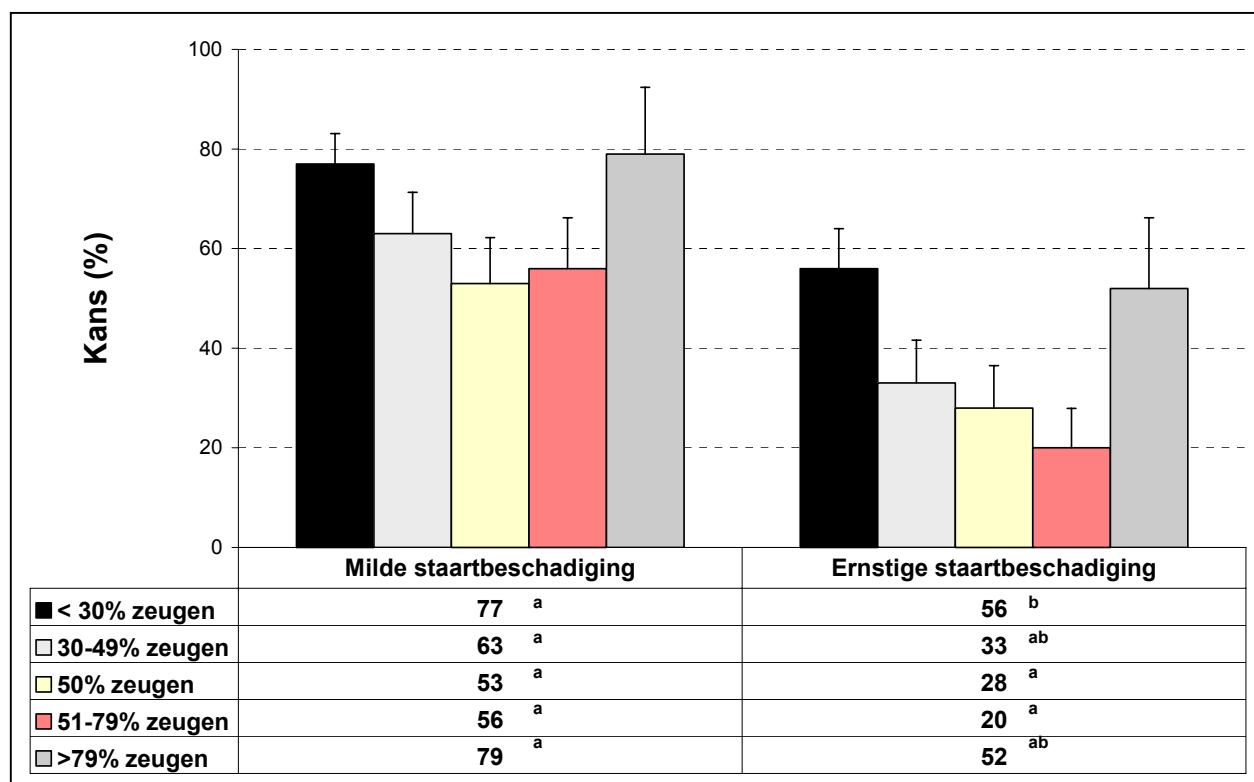
Er zijn geen aanwijzingen dat in hokken met staartbijten de activiteit van deze dieren op de dagen voorafgaande aan de dag waarop voor het eerst staartbijten werd geconstateerd, afwijkt van de activiteit van varkens in hokken waar geen staartbijten voorkwam. Ook de variantie van de gemiddelde activiteit per waarneming verschilde niet tussen controlehokken en hokken waar staartbijten voorkwam.

3.6 Dierfactoren

Sekse ratio

In figuur 5 staan de kansen per hok op een of meerdere dieren met milde of ernstige staartbeschadigingen gesplitst in de verhouding tussen het aantal zeugen en beren binnen een hok.

Figuur 5 De gemiddelde kans per hok (inclusief standard error of means) op een of meerdere dieren met milde of ernstige staartbeschadigingen bij de vijf oplopende klassen sekse ratio. Verschillende letters per kolom geven een significant verschil weer ($P < 0,05$).



Bij de vrouwelijke dieren binnen een hok groter dan 79% of kleiner dan 30% was de kans op milde staartbeschadigingen bijna 80%. Bij een 50-50 verdeling was dit iets meer dan 50%. Deze verschillen zijn echter niet significant. Wat betreft de kans op ernstige staartbeschadigingen is wel verschillend tussen de klassen. Bij 51 tot 79% zeugen binnen een hok was de kans op staartbeschadigingen lager dan in hokken waarin minder dan 30% van de biggen vrouwelijk is.

Diergewicht

De voorspelde kans per hok op een of meerdere dieren met milde en ernstige staartbeschadigingen bij veel, gemiddeld en weinig variatie in opleggewicht per hok staan in tabel 5.

Tabel 5 Gemiddelde kans (%) per hok op een of meerdere dieren met milde en ernstige staartbeschadigingen met standard error of means (SEM) voor hokken met weinig, gemiddeld en veel variatie in opleggewicht van biggen

Variatie in opleggewicht*	n	Milde staartbeschadigingen (%)	SEM	Ernstige staartbeschadigingen (%)	SEM
Weinig	24	79	9.1	41	10
Gemiddeld	42	66	8.7	32	7.6
Veel	30	67	10.1	30	8.1

* Weinig: VC < 10%, Gemiddeld: 10% < VC < 15% en Veel: VC > 15%

Bij een gemiddeld opleggewicht van 9 kg was de spreiding bij een VC van 10% en 15% respectievelijk 0,9 en 1,35 kg. Uit deze resultaten blijkt dat de variatie in opleggewicht geen effect had op het ontstaan van milde of ernstige staartbeschadigingen gedurende de biggenopfok.

Het gemiddelde opleg- en eindgewicht van dieren die tijdens de opfokperiode geen, milde of ernstige staartbeschadigingen hebben gehad staan in tabel 6.

Tabel 6 Gemiddeld opleg- en eindgewicht inclusief standaard deviatie (s.d.) voor gespeende biggen met geen, milde of ernstige staartbeschadigingen

	n	Gemiddeld opleggewicht (kg)	s.d. opleggewicht (kg)	Gemiddeld eindgewicht (kg)	s.d. eindgewicht (kg)
Geen staartbeschadigingen	625	8,03	1,39	27,49	4,07
Milde staartbeschadigingen	168	8,02	1,43	27,68	3,81
Ernstige staartbeschadigingen	155	8,18	1,32	27,08	3,68

In de berekende opleg- en eindgewichten hebben we niet de uitgevallen dieren (n=2) en de dieren die als bijter geïdentificeerd en verwijderd waren (n=10) meegenomen. Uit deze resultaten blijkt geen verschil in opleg- en eindgewicht te bestaan bij geen, milde of ernstige staartbeschadigingen. Het gemiddeld opleggewicht van de dieren die als 'bijter' waren geïdentificeerd bedroeg 8,18 (s.d. 1,59) kg en wijkt daarmee niet af van het gemiddelde opleggewicht.

Mengen

Het effect van mengen op milde en ernstige staartbeschadigingen staat in tabel 7. Bij opleg waren in 31 hokken de biggen niet gemengd en in de overige 59 hokken waren dieren afkomstig van verschillende tomen. Voor zowel de kans op milde als ernstige staartbeschadigingen werd geen effect gevonden van wel of niet mengen.

Tabel 7 Gemiddelde kans (%) per hok op een of meerdere dieren met milde of ernstige staartbeschadigingen bij wel of niet mengen van biggen bij opleg per hok met standard error of means (SEM)

	n	Milde staartbeschadigingen (%)	SEM	Ernstige staartbeschadigingen (%)	SEM
Mengen	59	64	5.2	39	5.6
Niet mengen	31	66	6.6	34	6.1

Technische resultaten

Met behulp van model (4) is het effect van geen, milde of ernstige staartbeschadigingen op groei, voerverbruik en voederconversie getoetst (zie tabel 8). Er zijn geen verschillen geconstateerd tussen hokken met geen, milde of ernstige staartbeschadigingen. Het effect van de verschillende preventieve maatregelen op groei, voerverbruik en

voederconversie zijn met model (2) getoetst en staan in tabel 9. Ook de preventieve behandelingen hadden geen effect gehad op de verschillende technische kengetallen.

Tabel 8 Gemiddelde groei, voerverbruik en voederconversie met standard error of means (SEM) voor hokken met geen, milde of ernstige staartbeschadigingen

Staartbeschadigingen	n	Groei		Voerverbruik		Voederconversie	
		Gemiddelde (gram/dag)	SEM	Gemiddelde (kg)	SEM	Gemiddelde	SEM
Geen	44	537	7.9	28.3	0.44	1.46	0.011
Milde	19	540	11.5	28.2	0.64	1.45	0.016
Ernstige	33	541	9.4	27.8	0.52	1.43	0.013

Tabel 9 Gemiddelde groei, voerverbruik en voederconversie met standard error of means (SEM) per preventieve behandeling

Speeltje	Groei		Voerverbruik		Voederconversie	
	Gemiddelde (gram/dag)	SEM	Gemiddelde (kg)	SEM	Gemiddelde	SEM
Ketting	530	9,5	27,8	0,53	1,46	0,013
Rubber speeltje	540	9,5	27,9	0,53	1,43	0,013
Strospeelbak	541	9,5	28,2	0,53	1,45	0,013
Stro	545	9,5	28,7	0,53	1,46	0,013

4 Discussie

De staartbijtproblemen bij gespeende biggen op het proefbedrijf in Lelystad boden de mogelijkheid voor onderzoek naar preventieve maatregelen tegen staartbijten. Daarnaast werden bij een uitbraak van staartbijten twee curatieve maatregelen getest die naar verwachting het staartbijten terugdringen. Als derde werd de hypothese getoetst dat een, door ongerief, verhoogde activiteit van de biggen leidt tot staartbijten.

4.1 Vooronderzoek

Bij de dierverzorgers in de stal bestond de indruk dat het staartbijten rond dag 10 na opleg ontstond en dat dit mogelijk te maken had met de voeromschakeling tussen dag 8 en 12. De redenatie was dat de omschakeling van speenvoer naar opfokvoer een extra stressfactor is die de aanleiding tot staartbijten kan zijn. Bij een terugval in voeropname tijdens de voeromschakeling kan tijdelijk een tekort ontstaan aan belangrijke eiwitten, zeker bij biggen met een zeer hoge groei zoals op het proefbedrijf in Lelystad (meer dan 500 gram groei per dag). Uit onderzoek is bekend dat een tekort aan eiwitten in het voer kan leiden tot staartbijten (Barnikol, 1978; Dalrymple, 1978). Uit het vooronderzoek bleek dat het percentage eiwitten in het opfokvoer van vergelijkbaar niveau was met dat in het speenvoer. Daarnaast constateerden we geen verval in de dagelijkse voeropname tijdens of vlak na de voeromschakeling. Enige voorzichtigheid bij de interpretatie van deze gegevens is nodig, omdat het dagelijkse voerverbruik afhankelijk is van de voervoorraad die zich in de voerbak bevindt. Deze voorraad kan dagelijks variëren en daarmee ook het voerverbruik. Met de geleidelijke toename in voeropname zoals die gevonden is, lijkt het niet aannemelijk dat het voer of de voeromschakeling een bepalende rol speelt bij het ontstaan van staartbijten.

In het vooronderzoek is het luchtpatroon binnen de afdelingen gecontroleerd. Deze was ten tijde van de controle goed. Dit was een momentopname, dus mogelijk is het luchtpatroon op andere tijdstippen minder optimaal. Recentelijk zijn temperatuursensoren in de luchtinlaat van de biggenopfokafdelingen geplaatst. Uit de eerste metingen blijkt de temperatuur van de binnenkomende lucht kouder te zijn dan de ingestelde streefwaarde binnen de afdeling. De exacte reden van een te koude binnenkomende lucht is nog niet duidelijk. Mogelijk dat een te lage temperatuur van binnenkomende lucht het ontstaan van staartbijten in de hand werkt.

4.2 Verloop staartbeschadigingen

Het verloop van staartbeschadigingen laat een gestage stijging zien. Dit duidt niet op een plotseling ontstaan van staartbijten, maar op een langer proces waarbij het staartbijten begint met milde staartbeschadigingen wat in de loop van de tijd bij een deel van de dieren overgaat in ernstige staartbeschadigingen. Het percentage dieren met een rode of donkerrode bloedscore neemt ook gestaag toe. Maar tussen dag 16 en dag 19 is er een sterke daling in bloedscores. Deze 'dip' in bloedscores op dag 17 en 18 is het gevolg van een waarnemerseffect. In alle drie ronden heeft dezelfde persoon de staarten van de dieren op dag 17 en 18 gescoord. Daarbij scoorde hij minder dieren met rood of donkerrood bloed aan de staarten dan voor en na deze periode. Hieruit blijkt het belang om waarnemers van staartbeschadigingen goed te instrueren en de tijd te geven om de waarnemingen op een zo uniform mogelijke wijze uit te voeren.

Vanaf dag 5 na opleg neemt het aantal dieren met beschadigde staarten gestaag toe. Ongeveer de helft van deze dieren had ook zichtbaar bloed aan de staart. Ondanks de aanwezigheid van bloed escaleerde het staartbijten in dit onderzoek niet zoals Fraser (1987) suggereerde. In de tweede helft van de ronde stabiliseert het percentage dieren met bloed aan de staart en neemt aan het eind van de ronde zelfs weer wat af. Deze stabilisatie en afname wordt voor een belangrijk deel veroorzaakt door de curatieve maatregelen die in ruim 20% van de hokken is ingezet. Het curatief ingrijpen vond namelijk voor meer dan 90% plaats in het tweede deel van de ronde. Het verloop van het percentage dieren met een gedeeltelijk afgebeten staart laat een relatief sterke toename zien aan het eind van de ronde. Dit werd mede veroorzaakt door afstervend staartweefsel. Door het veelvuldig kauwen op de uiteinden van een staart sterft dit deel langzaam af en laat uiteindelijk los. Dit proces kan een aantal weken duren, waardoor in de tweede helft plots een toename is van dieren met verkorte staart.

4.3 Klimaat en voeromschakeling

De temperatuur binnen de afdelingen in de eerste twee ronden was relatief hoog door de hoge buitentemperaturen. De temperaturen in de twee afdelingen binnen ronde 3 waren juist aan de lage kant, zeker in afdeling 1. De reden dat de gemeten temperaturen tussen de twee afdelingen binnen een ronde zo uiteen lopen in de derde ronde is niet duidelijk. De klimaatinstelling voor beide afdelingen waren identiek en in de eerste twee ronden lagen de gemeten temperaturen in de afdelingen wel dicht bij elkaar.

De momenten waarop binnen een hok de eerste dieren met staartbeschadigingen zijn gescoord lijken niet samen te hangen met de gemiddelde dagtemperatuur binnen een afdeling. Er zijn geen pieken qua staartbeschadigingen in perioden van sterke temperatuurstijging of daling. Wat mogelijk meespeelt is de hoge groei van de gespeende biggen, waardoor zij eerder last hebben van een te hoge afdelingstemperatuur. Dit kan extra stress met zich meebrengen, waardoor de dieren eerder gaan staartbijten. De temperatuur en ventilatiecurve tijdens het onderzoek waren gebaseerd op een standaardcurve voor normale gespeende biggen. Echter, de biggen hadden een voeropname die 0,3 kg per dag hoger lag dan op gemiddelde bedrijven. Bij een diergewicht van 17,5 kg heeft dit tot gevolg dat de bovenste kritieke temperatuur bij de biggen met 0,3 kg hogere voeropname per dag wel tot 3,5°C lager ligt vergeleken met gespeende biggen die een normale voeropname hebben (Ouwerkerk, 2000). Dit betekent dat de gespeende biggen in het onderzoek eerder last van hittestress kunnen krijgen dan dieren die minder hard groeien en daarmee ook eerder kans hebben op staartbijten. Het blijft echter moeilijk om op basis van deze beperkte waarnemingen aan het klimaat binnen de afdelingen conclusies te trekken over de invloed van dit klimaat op het ontstaan van staartbijten. Ook in de literatuur is maar weinig bekend over de invloed van klimaat hierop. Men is er wel van overtuigd dat een slecht stalklimaat een bepalende factor kan zijn bij het ontstaan van staartbijten (Brent, 1975; Van den Berg, 1982). Maar wat binnen afdelingsklimaat het belang is van afdelingstemperatuur en ventilatie, tevens in relatie tot voeropname, is nog onduidelijk.

Voorafgaand aan dit onderzoek waren er aanwijzingen dat de staartbijtverschijnselen ontstonden na de eerste voeromschakeling van de gespeende biggen. Maar in het huidige onderzoek zijn rondom de voeromschakeling niet meer hokken met eerste staartbijtverschijnselen gesignaleerd dan op andere momenten binnen de ronde. Over de voeding als oorzaak voor het ontstaan van het staartbijten zijn de meningen verdeeld. Sommige auteurs (Barnikol, 1978; Dalrymple, 1978) wijzen op de mogelijkheid, dat een tekort aan biologisch waardevolle eiwitten in de voeding een rol kan spelen. Maar in het onderzoek van Ewbank (1973) werd geen staartbijten waargenomen bij gebruik van voer met lage eiwitgehalten. In de samenstelling van standaard voer in Nederland zullen geen deficiënties voorkomen wat staartbijten kan opwekken. Maar in situaties van stress, waardoor de kans op staartbijten wordt vergroot, kan het wel zinvol zijn om via voer de weerstand van de dieren te verbeteren door bijvoorbeeld toevoegingen van extra vitaminen of mineralen.

4.4 Preventieve maatregelen

In hokken met stro hebben de biggen de hele dag beschikking over enig stro. Dit stro was met name in de eerste twee ronden gedeeltelijk bevuild met mest en urine en daarmee minder interessant als substraat in vergelijking met schoon stro. De bevuiling werd veroorzaakt door de relatief hoge buitentemperaturen waardoor de afdelingstemperatuur een paar graden hoger lag dan gewenst. De biggen kozen dan ook vaker de metalen roosters als ligplaats dan de dichte vloer en het aanwezige stro op de dichte vloer versterkte dit gedrag alleen maar. Bij veel liggende dieren op het rooster wordt automatisch de dichte vloer de mestplek. Dit is door de dieren aangeleerd en moeilijk te wijzigen. Dagelijks werd bevuild stro verwijderd en nieuw stro in de hokken gestrooid, maar in sommige gevallen was dit stro binnen een paar uur alweer met mest bevuild. De strospeelbak functioneerde goed tijdens het onderzoek, maar de biggen konden het stro relatief gemakkelijk tussen de mazen van de strospeelbak trekken. Een deel van dit stro bleef onder in de strospeelbak liggen, een ander deel kwam naast de strospeelbak in het waterkanaal terecht, buiten het bereik van de biggen. Dit stro moesten we na iedere ronde handmatig uit het waterkanaal verwijderen.

Het ophangen van een rubber speeltje verlaagt de kans op milde of ernstige staartbeschadigingen niet ten opzichte van een controlehok met alleen een ketting. Op basis van eerder onderzoek hadden we aangenomen dat een rubber speeltje de biggen meer afleiding biedt dan een ketting, omdat varkens hier meer mee spelen dan met een ketting (Grandin en Curtis, 1984). Deze meerwaarde heeft blijkbaar geen effect op het ontstaan van staartbeschadigingen. Ook Beattie et al. (1995) gaven eerder aan dat het verstrekken van alleen speeltjes niet voldoende is om staartbijten te voorkomen. De reden dat hokken met een strospeelbak een lagere kans hadden op ernstige staartbeschadigingen, maar niet op milde staartbeschadigingen, in vergelijking met de hokken waarin

een ketting hing, is niet duidelijk. Mogelijk dat de strospeelbak voldoende afleiding geeft om serieus staartbijten te voorkomen, maar er wordt nog wel op staarten van hokgenoten gekauwd. Nadeel van een strospeelbak is dat er maar twee à drie biggen tegelijkertijd afgeleid worden. Indien de overige biggen op hetzelfde moment ook de behoefte hebben om ergens op te kauwen dan is de staart van een hokgenoten een gemakkelijk doelwit. Dit kan ook verklaren waarom in hokken met stro de kans op milde staartbeschadigingen bij de biggen veel lager ligt. Als ze in deze hokken op de dichte vloer liggen, kunnen de dieren ieder gewenst moment op het stro voor hun neus kauwen. Van stro is in eerder onderzoek ook al aangetoond dat het preventief werkt tegen staartbijten (o.a. McKinnon et al., 1989; Petersen et al., 1995; Hunter et al., 2001). Moinard et al. (2003) berekende dat het dagelijks verstrekken van stro de kans op staartbijten met een factor tien verlaagde. De hoeveelheid verstrekt stro was in desbetreffend onderzoek niet meegenomen, maar volgens de auteurs was het dagelijks vernieuwen van stro belangrijker dan de aanwezigheid van een compleet strobed. In het onderzoek van Hunter et al. (2001) was al eerder gevonden dat bij dieren die dagelijks kleine hoeveelheden stro kregen de kans op staartbijten kleiner was dan bij dieren op een strobed waar minder vaak stro wordt toegevoegd. Day et al. (2002) geeft aan dat het verstrekken van een kleine hoeveelheid stro (ongeveer 90 gram/dier/dag) staartbijten sterk verminderd in vergelijking tot geen stroverstreking. Het verstrekken van grotere hoeveelheden stro geeft echter geen verder terugdringen van het staartbijten.

4.5 Curatieve maatregelen

Omdat door het beperkt aantal waarnemingen de preventieve behandelingen (ketting, rubber speeltje, strospeelbak, stro) niet in het model waren opgenomen, kan het zijn dat de mate waarin de bloedscore afneemt verschilt per preventieve behandeling. Om dit te kunnen vaststellen moet de proefopzet groter zijn. In dit onderzoek is geen controlebehandeling toegepast waarin een curatieve ingreep achterwege bleef. Strikt genomen kan dit betekenen dat de afname in bloedscore door curatief ingrijpen een tijdseffect kan zijn. Dit is echter niet waarschijnlijk omdat een aangebeten staart met bloed juist uitnodigt tot meer staartbijten (Van Putten, 1968; Fraser, 1987). Daarnaast is het ethisch gezien niet verantwoord om niet in te grijpen op het moment dat er meerdere dieren met staartverwondingen zijn.

Met behulp van de videocamera hebben we in bijna alle gevallen een of meerdere bijters geïdentificeerd waarna deze uit het hok werden gehaald. Directe observaties bij het hok leidden niet altijd tot een identificatie van de bijter, waarschijnlijk doordat de observator voor enige onrust zorgt. Hunter et al. (2001) constateerde dat varkenshouders moeite hebben om een bijter te identificeren, waardoor meestal alleen het aangebeten dier werd verwijderd. Verwijderen van de bijter leidde in het huidige onderzoek tot een reductie van de bloedscores op de eerste dagen na ingrijpen, maar vanaf dag 3 nam de bloedscore weer gestaag toe. Dit kan betekenen dat er meerdere bijters in het hok waren op moment van ingrijpen en niet alle bijters zijn verwijderd. Of de juiste bijter is er uitgehaald, maar andere dieren hebben daarna het bijtgedrag zelf (verder) ontwikkeld. Daarnaast zijn staarten met herstellende wonden weer makkelijk open te bijten waardoor er weer vers bloed aan zit met de bijbehorende aantrekkingskracht voor hokgenoten. In minder dan 5% van de dieren met rood of donkerrood bloed na dag 3 ging het om dieren die op moment van curatief ingrijpen een volledig gave staart hadden. Mogelijk werkt het verwijderen van een bijter beter in combinatie met het verwijderen van de aangebeten dieren. Dit werd ook gesuggereerd door Van den Berg (1982). Daarnaast is binnen het onderzoek pas ingegrepen bij minimaal één dier met een staartverwonding of met nog een tweede dier met bijtpuntjes. Dit is ongeveer het niveau van staartbijten dat het duidelijk zichtbaar is voor een varkenshouder en hij gaat ingrijpen. Als een varkenshouder staartbeschadigingen constateert voordat er echt staartverwondingen aanwezig zijn en op dat moment ook de bijter verwijderd, is de slagingskans van de maatregel waarschijnlijk ook groter.

Stro verstrekken gaf een identiek patroon qua bloedscores na curatief ingrijpen. Het stro zorgt in de eerste dagen voor voldoende afleiding om te voorkomen dat de dieren op staarten van hokgenoten kauwen. Dit was ook door Van Putten (1968) geconstateerd. Maar ook stro kon er niet voor zorgen dat aangebeten staarten weer volledig herstelden. Ook voor het verstrekken van stro geldt waarschijnlijk dat de slagingskans groter wordt, naarmate men dit eerder verstrekt.

4.6 Activiteit

We hadden verwacht dat de eerste verschijnselen van staartbijten in een hok vooraf gegaan zouden worden door een verhoging van activiteit zoals ook door meerdere auteurs was gesuggereerd (o.a. Arey, 1991; Schrøder-Petersen et al., 2001). Maar in het huidige onderzoek is geen verschil gevonden in activiteit een of twee dagen

voor een staartbijtuitbraak in vergelijking met controlehokken zonder staartbijten. Blijkbaar ontstaat bij vergelijkbare activiteitsniveaus in sommige hokken wel staartbijten en in anderen niet. Dit wil nog niet zeggen dat een verhoging van activiteit de kans op staartbijten niet verhoogt, maar er zijn blijkbaar ook andere factoren van belang die mede bepalen of staartbijten binnen een hok optreedt. Een tweede mogelijkheid is dat een uitbraak van staartbijten wel degelijk wordt voorafgegaan door een periode met verhoogde activiteit, maar dat deze periode korter is en meer ligt in de orde van grootte van uren in plaats van dagen. Echter, in dit geval heeft een activiteitsbepaling weinig waarde als voorspeller van een staartbijtuitbraak.

4.7 Dierfactoren

Sekse ratio

Als binnen een hok meer dan 80% zeugen of beren aanwezig zijn blijkt de kans op ernstige staartbeschadigingen hoger te liggen dan wanneer de verhouding tussen zeugen en beren wat evenwichtiger is. Hunter et al. (2001) vonden wel dat de kans op staartbijten hoger lag in hokken met ongecoupeerde dieren van dezelfde sekse, maar konden niet aangeven of dit gold voor hokken met beren, zeugen of beide. Penny et al. (1981) vonden bij een vergelijking tussen hokken met uitsluitend beren of zeugen, dat het aantal dieren met staartbeschadigingen hoger lag in de hokken met alleen beren. Uit de resultaten van het huidige onderzoek lijkt de kans op staartbijten toe te nemen bij zowel een overmaat aan beren als zeugen. De achtergrond van dit resultaat is niet helemaal duidelijk. Mogelijk dat een onevenwichtig aantal zeugen of beren de sociale structuur binnen de groep verzwakt wat tot extra onrust leidt en daarmee de kans op staartbijten vergroot. Voor de praktijk is dit wel een interessant gegeven, omdat op veel bedrijven zeugen en beren (of borgen) apart worden opgelegd met ieder een eigen voercurve. Bij deze bedrijven is de kans op staartbijten hoger dan op bedrijven die niet gescheiden opleggen.

Diergewicht

Volgens Larsen (1983) zijn in hokken met gespeende biggen vaak een paar dieren duidelijk kleiner dan de rest. Doordat de grote dieren de voerbak afschermen voor de kleinere, krijgen deze minder kans om te vreten, waardoor een klein hongerig dier eerder de neiging heeft om op staarten van andere dieren te kauwen (Larsen, 1983). Ook Dalrymple (1978) en Van den Berg (1982) vermelden dat vaak de kleinste dieren binnen het hok beginnen met het staartbijten. Door het effect van variatiecoëfficiënt van het opleggewicht te toetsen op het ontstaan van milde of ernstige staartbeschadigingen is getracht deze hypothese te bevestigen. Maar in het huidige onderzoek is geen verschil gevonden in de kans op staartbeschadigingen in hokken met veel en weinig variatie in opleggewicht. Echter, de variatie in opleggewicht binnen dit onderzoek was niet groter dan 1,35 kg rondom het gemiddelde gewicht van 9 kg. Mogelijk dat bij extremere variatie in opleggewicht wel eerder staartbijten ontstaat.

Mengen

Het mengen van biggen bij opleg geeft in de eerste dagen extra onrust doordat de rangorde tussen de dieren in het hok opnieuw bepaald moet worden (Petherick en Blackshaw, 1987). Mengen veroorzaakt dus stress bij pas opgelegde dieren, waarmee de kans op staartbijten zou toenemen (Ewbank, 1976). Uit de resultaten blijkt dat dit geen verhoging geeft van de kans op staartbijten. De extra stress die mengen veroorzaakt, speelt vooral de eerste paar dagen na opleg een rol. De eerste staartbeschadigingen treden pas op na ongeveer een week. Dit geeft aan dat het mengen van dieren de kans op staartbijten niet of minimaal verhoogt.

4.8 Technische resultaten

In dit onderzoek zijn geen verschillen aangetoond in technische kengetallen tussen hokken met geen, milde of ernstige staartbeschadigingen. Dit is in tegenstelling met eerder uitgevoerd onderzoek waarin wel groeivertragingen voorkwamen (o.a. Van Dijk et al., 1984; Elbers et al., 1990). Deze onderzoeken zijn geënt op vleesvarkens en niet op gespeende biggen en daarom mogelijk niet direct vergelijkbaar. Volgens Wallgren en Lindahl (1996) neemt de dagelijkse groei tijdens staartbeschadigingen af door een infectie aan de staart. Doordat het varkensproefbedrijf in Lelystad een SPF-status heeft (SPF=specific pathogen free) is de infectiedruk bij de dieren minimaal. De terugval van biggen in groei door een infectie aan de staart is lager dan onder huisvestingsomstandigheden waar ook nog andere pathogenen aanwezig zijn. Van voerverbruik of voederconversie is niet bekend of dit negatief wordt beïnvloedt door staartbijten. In dit onderzoek werd geen effect gevonden van milde of ernstige staartbeschadigingen op het voerverbruik of voederconversie.

5 Conclusies

- 1) Tweemaal daags een relatief kleine hoeveelheid stro op de dichte vloer, werkt preventief tegen staartbijten. Een strospeelbak voorkomt ernstige staartbeschadigingen, maar het aandeel milde staartbeschadigingen is net zo groot als in hokken met een rubber speeltje of ketting.
- 2) Bij staartbijten kan met behulp van zowel stro verstrekken als de bijter verwijderen het staartbijten tijdelijk teruggedrongen worden, maar niet volledig opheffen.
- 3) De hypothese dat verhoogde activiteit van de biggen vooraf gaat aan staartbijten is niet bewezen.
- 4) De verhouding zeugen en beren binnen een hok heeft invloed op het ontstaan van staartbijten, waarbij een overmaat aan zowel zeugen als beren de kans op staartbijten verhoogt. Daarentegen heeft wel of niet mengen van dieren en de variatie in opleggewicht geen effect op het ontstaan van staartbijten.

6 Praktijktoeepassing

Uit dit onderzoek blijkt duidelijk dat regelmatig verstrekken van stro op de dichte vloer ernstige vormen van staartbijten kan voorkomen. Het ophangen van speeltjes of het plaatsen van een strospeelbak is onvoldoende om staartbijten tegen te gaan. Mocht stroverstreking binnen een huisvestingssysteem niet mogelijk zijn, dan moet men zoeken naar alternatieve substraten die een vergelijkbare werking hebben als stro. Een mogelijk alternatief kan ruwvoer, zoals snijmaïs, zijn.

Als men in een hok dieren met beschadigde staarten opmerkt, kan zowel het verstrekken van stro als het verwijderen van de bijter het staartbijten tijdelijk terugdringen. Het is dus zaak om naast het terugdringen van het staartbijten de achterliggende factoren te zoeken en te verbeteren. Het identificeren van de bijter is in de praktijk moeilijk, daarom is het verstrekken van stro een betere optie. Om beginnende staartbijtproblemen de kop in te drukken is het belangrijk om tijdig in te grijpen. Hoe eerder, hoe groter de kans dat het staartbijten wordt teruggedrongen.

Een overmaat aan zowel zeugen als beren binnen één hok vergroot de kans op staartbijten. Door bij opleg ongeveer evenveel beren en zeugen in één hok op te leggen wordt de kans op staartbijten kleiner.

Vele factoren kunnen mede oorzaak zijn van staartbijten. Onder andere gebrek aan stimulerende materialen in het hok, gebrek aan ruimte, suboptimaal klimaat, voerdeficiënties, te hoge concentraties van schadelijke gassen, parasieten, enz. Bij beginnende staartbijtproblemen is het dus belangrijk om deze factoren stuk voor stuk langs te lopen en zo mogelijk te verbeteren.

Bijlagen

Bijlage 1 Protocol staartbeschadigingen

Voor het scoren van staartbeschadigingen kennen we drie parameters:

- 1. Staartlengte**
- 2. Beschadigingen**
- 3. Bloed**

1 Staartlengte

Voor het beoordelen van de staartlengte zijn vijf klassen gemaakt, waarbij we keken naar de lengte die nog over is. Bij het spenen wordt genoteerd van welke biggen de staart op dat moment al niet meer compleet is. Dit om de ernst van het staartbijten niet te overschatten. De lengte op het moment van spenen wordt als 100% beschouwd. De vijf klassen zijn:

1. *Complete staart.* De volledige staart is nog aanwezig.
2. *Driekwart tot bijna complete staart.* Een klein deel tot maximaal een kwart van de staart is weggevreten.
3. *Halve tot driekwart staart.* Tussen een kwart en een halve staart is weggevreten.
4. *Halve tot een kwart staart.* Tussen de helft en een kwart van de staart is weggevreten.
5. *Minder dan een kwart staart.* Meer dan driekwart van de staart is weggevreten.

2 Beschadigingen














Voor de tweede parameter hebben we gekeken naar de beschadigingen. Zijn er beschadigingen en zo ja, zijn dat kleine puntjes ("bijt"- puntjes) of echte wonden?

1. *Geen beschadigingen.* Op de staart zijn geen beschadigingen zichtbaar.
2. *"Bijt"-puntjes.* Op de staart zien we kleine beschadigingen / puntjes.
3. *Wonden.* Op de staart bevinden zich een of meerdere wonden.

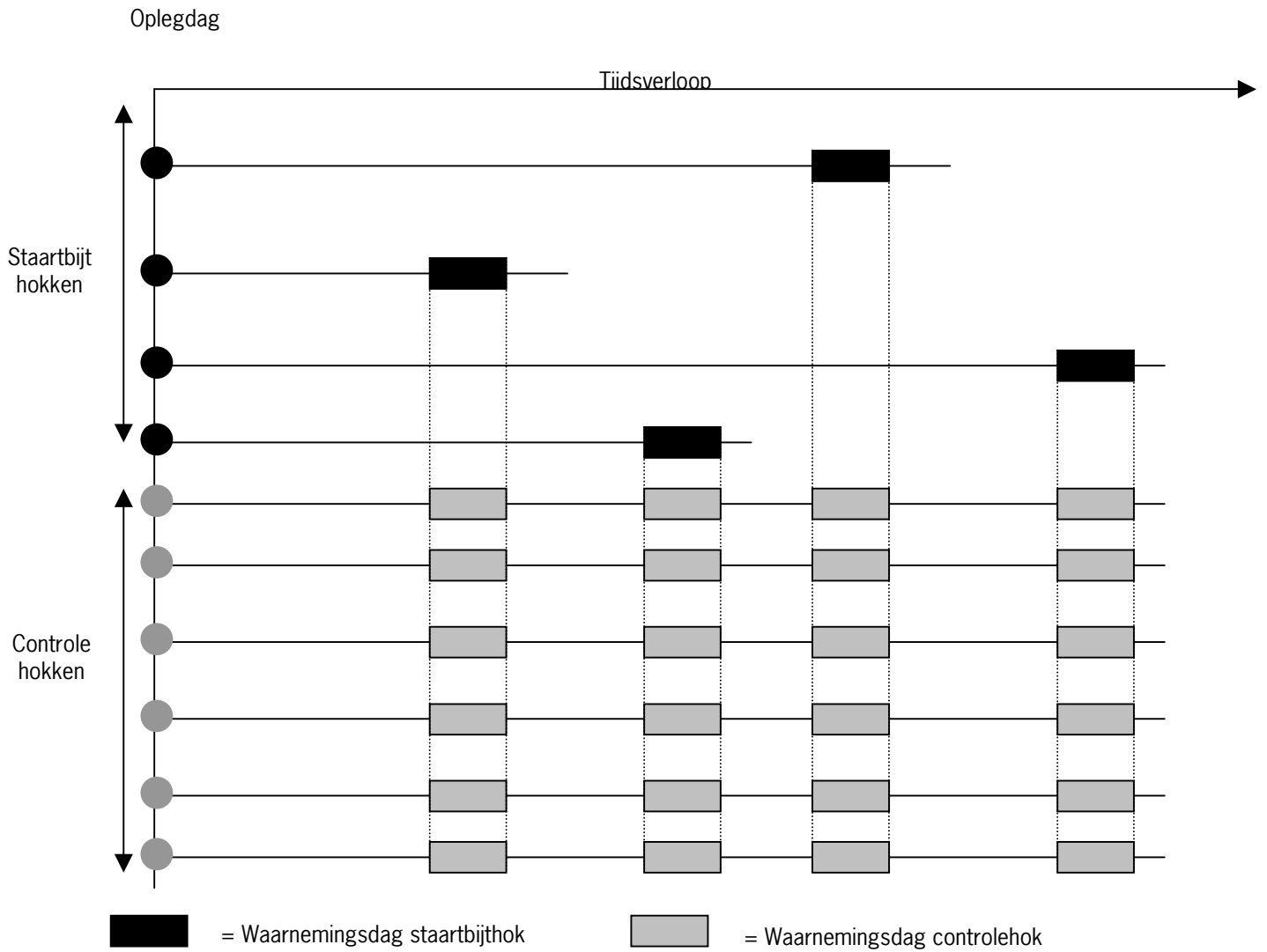
3 Bloed

Als derde parameter kijken we naar het bloed. Is dit vers, oud met korsten of is er helemaal geen bloed?

1. *Geen bloed.* Op de staart is geen bloed zichtbaar.
2. *Donkerbruin / zwart.* Op de staart zit oud bloed, donkerbruin tot zwart. Het voelt droog aan als een korst.
3. *Donkerrood / bruin.* Op de staart is al wat ouder bloed te zien (donkerrood tot bruin) en voelt wat plakkerig tot nat aan.
4. *Rood.* Op de staart bevindt zich vers, rood bloed en het voelt nat aan.

STAARTLENGTE	BESCHADIGINGEN	BLOED
<p>1. Complete staart</p> 	<p>1. Geen</p> 	<p>1. Geen</p> 
<p>2. $\frac{3}{4}$ staart tot net niet compleet</p> 	<p>2. "Bijt"-puntjes</p> 	<p>2. Zwart</p> 
<p>3. Halve tot $\frac{3}{4}$ staart</p> 	<p>3. Wond</p> 	<p>3. Donkerrood</p> 
<p>4. $\frac{1}{4}$ tot een halve staart</p> 	<p>3. Wond</p> 	<p>4. Rood</p> 
<p>5. Minder dan $\frac{1}{4}$ staart</p> 		

Bijlage 2 Waarnemingsdagen voor dieractiviteit



Bijlage 3 Detaillering statistisch model voor analyse van activiteitsverschillen

De activiteitsdata zijn geanalyseerd met behulp van een gegeneraliseerd lineair mixed model (GLMM) (Engel & Keen, 1994). Daar de data fracties zijn, mogen we verwachten dat de spreiding voor extreme fracties kleiner is dan voor fracties rond 0,5. Daarom is voor de residuele variantiefunctie een veelvoud van de Bernoulli-variantie gekozen:

$$Var(y) = \sigma^2 p(1 - p)$$

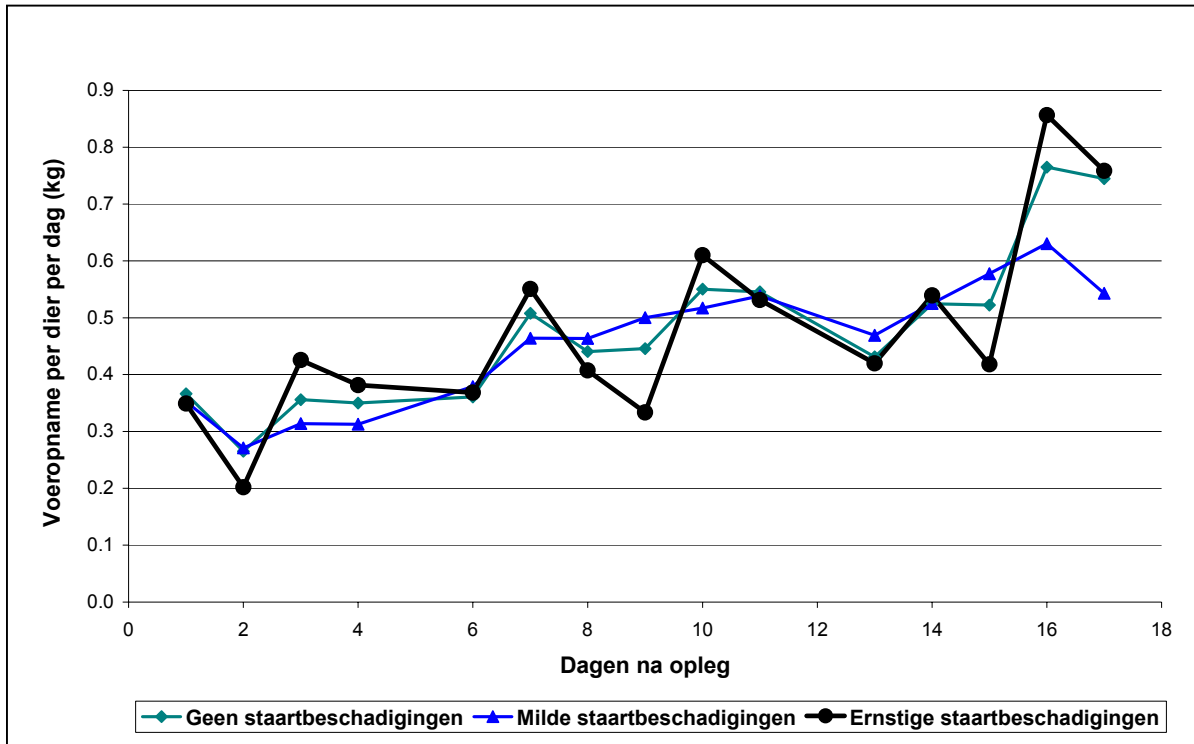
Hierin is y een waargenomen fractie, p de bijbehorende verwachtingswaarde en σ^2 een dispersie parameter die wordt geschat uit de data. De effecten voor experimentele factoren zijn geïntroduceerd op de logistische schaal:

$$\text{logit}(p) = \text{som van fixed en random effecten.}$$

Onder de fixed effecten verstaan we alle systematische effecten. Dit betreft rondes en afdelingen binnen rondes, dagdelen (ochtend of middag), oplegdag, behandeling, afwijkingen van staartbijthokken t.o.v. controle hokken voor de dagen (-1 en -2) voorafgaand aan staartbijten en interactie termen. Met rondes en afdelingen zijn geen interacties opgenomen. Random effecten betreffen blokken binnen afdelingen, hokken binnen blokken en een factor die de samenhang tussen paren opeenvolgende dagen (-1 en -2) weergeeft. Zo telt het model, naast de eerder genoemde dispersiefactor, nog drie variantiecomponenten.

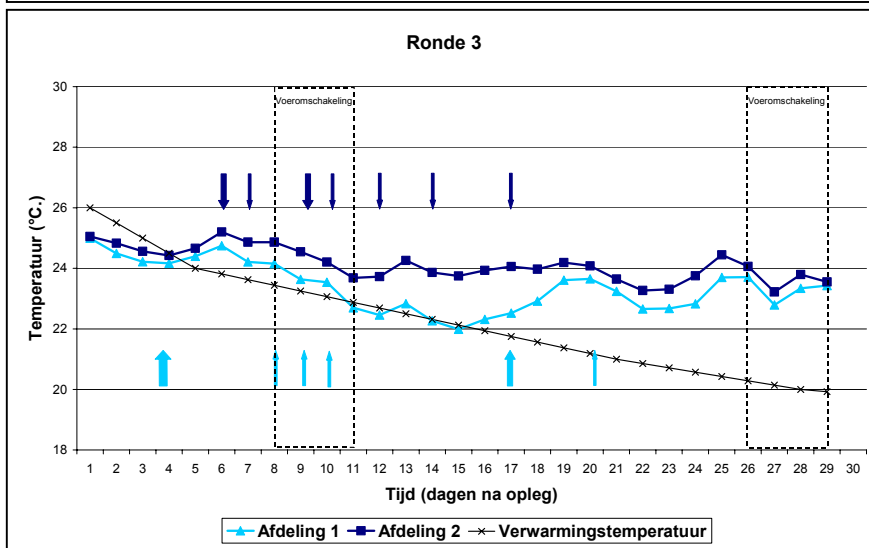
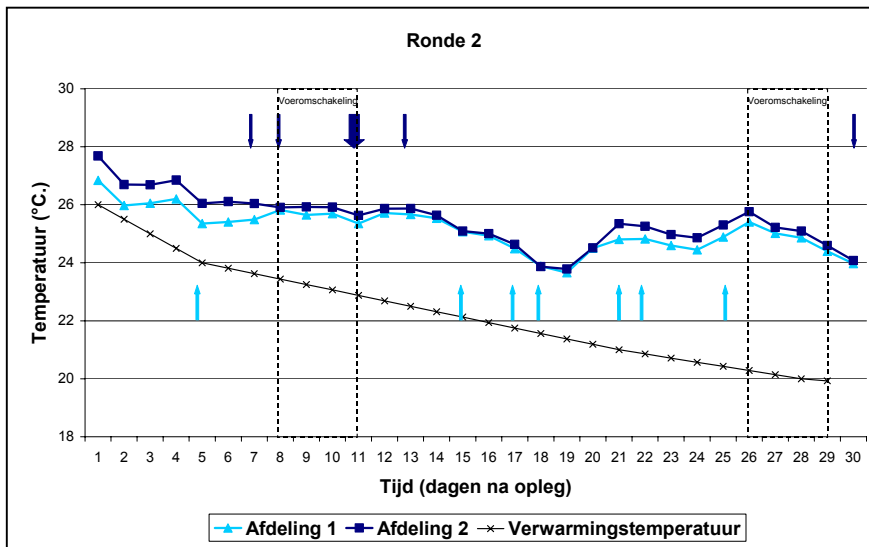
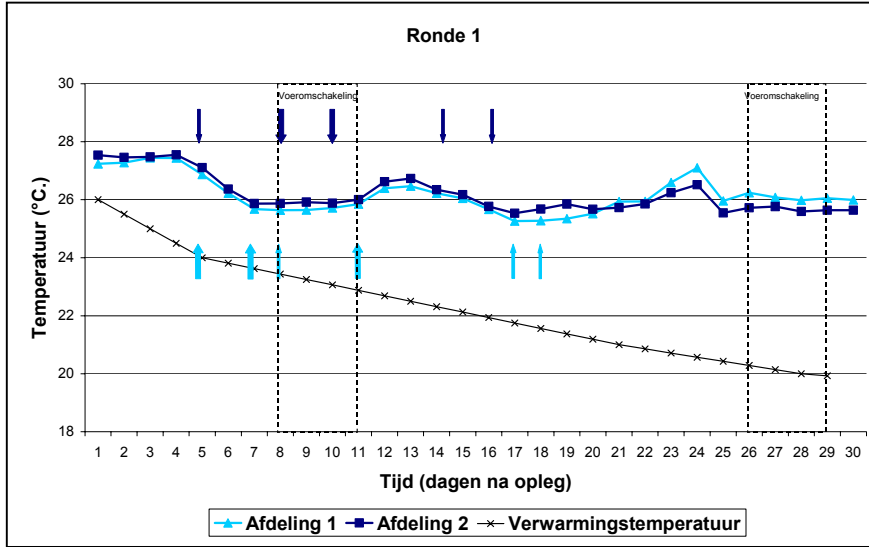
In een vervolganalyse is oplegdag ook een keer als variabele in plaats van factor opgenomen. In dit geval is op de logistische schaal een lineair effect van oplegdag verondersteld. Hoewel geschatte niveaus op oorspronkelijke schaal soms verschillen, lijkt ook dit model goed te voldoen. De conclusies over effecten van staartbijten en verschillen tussen behandelingen zijn met beide modellen gelijklopend. Toetsen zijn gebaseerd op de Wald toets (Rao, 1965). Omdat plots van residuen in eerste instantie suggereerden dat de variatie binnen dagen voor controlehokken groter was dan voor staartbijthokken, is daar nader aandacht aan besteed. Per dag is de variantie geschat en gedeeld door het product van het gemiddelde en één min het gemiddelde (als schatting voor $p(1-p)$) om zo voor de verschillen die er sowieso door verschillen in niveau zouden zijn te compenseren. Deze analyses gaven geen aanwijzingen voor effecten van staartbijten, wel leek er enig verschil tussen dagdelen en oplegdagen te zijn. Ook is een macht van $p(1-p)$ opgenomen in de correctie van de variantie. De geschatte exponent was 1,44 ($se = 0,09$). Er leek nog steeds sprake van een verschil tussen dagdelen (meer variatie in de ochtend) en oplegdagen (variatie daalt met een toenemend aantal oplegdagen). Geschatte niveaus op oorspronkelijke schaal zijn berekend door relevante gemiddelden op logistische schaal terug te transformeren. Hierbij moeten de effecten op logistische schaal eerst worden gekrompen (Engel et al., 1995). De standaardfouten zijn verkregen met behulp van Taylor expansie (delta methode). Alle berekeningen zijn uitgevoerd met procedures geschreven in Genstat (2000) (Keen en Engel, 2002)

Bijlage 4 Gemiddelde voeropname per dier per dag



Bijlage 5 Start van staartbijten in relatie tot afdelingstemperatuur en voeromschakeling

Gemiddelde dagtemperatuur per afdeling per ronde. Pijlen geven het moment van eerste score van staartbeschadiging binnen een hok aan. De dikte van de pijlen geeft het aantal hokken per tijdstip weer.



Bijlage 6 List of tables and figures

Table 1	The four treatments: chain, rubber toy, straw hopper and straw
Table 2	Arrangement per batch per compartment (ket = chain, rs = rubber toy, ssb = straw hopper and stro = straw)
Table 3	Number of pens with curative intervention per treatment per batch for respectively chain, rubber toy, straw hopper and straw
Table 4	Average activity and standard error of means (SEM) in pens with and without tail-biting per daily period (morning or afternoon) for respectively chain, rubber toy, straw hopper and straw
Table 5	Average risk (%) per pen of one or more animals with mild or serious tail lesions with standard error of means (SEM) for pens with little, average and large variation in weaning weight of piglets
Table 6	Average weaning and end weight including standard deviation (s.d.) for weaned piglets with no, mild or serious tail lesions
Table 7	Average risk (%) per pen of one or more animals with mild or serious tail lesions when whether or not mixing piglets at weaning, per pen with standard error of means (SEM)
Table 8	Average growth, feed consumption and feed conversion with standard error of means (SEM) for pens with no, mild or serious tail lesions
Table 9	Average growth, feed consumption and feed conversion with standard error of means (SEM) for respectively chain, rubber toy, straw hopper and straw
Figure 1	Percentage of animals with tail lesions (bite scars and injuries; triangles), blood score (red or dark-red blood; circles) and tail length (shorter than 100%; squares)
Figure 2	The average risk (incl. standard error of means) per pen of one or more animals with mild or serious tail lesions for respectively chain, rubber toy, straw hopper and straw. Different letters in a row indicate a significant difference ($P < 0,05$)
Figure 3	For chain (squares), rubber toys (triangles), straw hopper (circles) and straw (rectangle), the course of the percentage of animals with tail lesions (bite scars and injuries), blood score (red or dark-red blood) and tail length (shorter than 100%)
Figure 4	For the curative treatments supply of straw (triangle) and removing the biter (diamond), the average blood score after starting the treatment
Figure 5	The average risk (incl. standard error of means) per pen of one or more animals with mild or serious tail lesions at five different sex ratios. Different letters in a column indicate a significant difference ($P < 0,05$)

Literatuur

- Arey, D.S., 1991. *Tail-biting in pigs*. Farm Building Progress(105): pp. 20-23.
- Barnikol, H., 1978. *Observations on tail-biting (cannibalism) in pigs in connection with the supply of dietary protein and minerals*. Tierärztliche Umschau, **33**(10): pp. 540-542.
- Beattie, V.E., N. Walker en I.A. Sneddon, 1995. *Effects of environmental enrichment on behavior and productivity of growing pigs*. Animal Welfare, **4**(3): pp. 207-220.
- Berg, J.v.d., 1982. *Tail-biting in pigs-causes, effects and prevention (a review)*. Tijdschrift voor Diergeneeskunde, **107**(19): pp. 736-743.
- Bøe, K., 1992. *The effect of different kinds of bedding on the behaviour of fattening pigs*. In: International Commission of Agricultural Engineering, Polanica.
- Brent, G., 1975. *How to tackle tail-biting*. In: Pig Farming **February**, p 87.
- Buré, R.G., P.v.d. Kerk en P. Koomans, 1983. *Het verstrekken van stro, compost en tuinaarde aan mestvarkens*. **190**, IMAG, Wageningen.
- Dalrymple, J.R., 1978. *Tail biting in swine*. **78-023**, Ministry of Agriculture and Food, Ontario.
- Day, J.E.L., H.A.M. Spoolder, A. Burfoot, H.L. Chamberlain en S.A. Edwards, 2002. *The separate and interactive effects of handling and environmental enrichment on the behaviour and welfare of growing pigs*. Applied Animal Behaviour Science, **75**(3): pp. 177-192.
- Day, J.E.L., H.A.M. Spoolder en S.A. Edwards, 2001. *Straw as environmental enrichment: which properties do growing pigs find behaviourally rewarding?* In: Proceedings of the International Symposium of the C.I.G.R., Szklarska Poreba, Polen, pp. 157-166.
- Dijk, W.P.J.v., J. Klaver, M.W.A. Verstegen en D.W.P.J. Van, 1984. *Frequency of some diseases and disorders of slaughter swine and their effect on growth and carcass quality*. Tijdschrift voor Diergeneeskunde, **109**(13): pp. 539-548.
- Elbers, A.R.W., W.A.J. Cromwijk, W.A. Hunneman en M.J.M. Tielen, 1990. *Keeping records for pig finishing herds as part of integrated quality control. I. Use of drugs and vaccines*. Tijdschrift voor Diergeneeskunde, **115**(6): pp. 249-261.
- Engel, B. en A. Keen, 1994. *A simple approach for the analysis of generalized linear mixed models*. Statistica Neerlandica **48**: 1-22.
- Engel, B., Buist, W.G. en A. Visscher, 1995. *Inference for threshold models with variance components from the generalized linear mixed model perspective*. Genetics Selection Evolution **27**: 15-32.
- England, D.C. en D.T. Spurr, 1967. *Effect of tail biting on growth rate in swine*. Journal of Animal Science, **26**: pp. 890-891.
- Ewbank, R., 1973. *Abnormal behaviour and pig nutrition. An unsuccessful attempt to induce tail biting by feeding a high energy, low fibre vegetable protein ration*. British Veterinary Journal, **129**(4): pp. 366-369.
- Ewbank, R., 1976. *Social hierarchy in suckling and fattening pigs: a review*. Livestock Production Science, **3**(4): pp. 363-372.
- Feddes, J.J.R., D. Fraser, D.J. Buckley en P. Poirier, 1993. *Electronic sensing of non-destructive chewing by growing pigs*. Transactions of the ASAE, **36**(3): pp. 955-958.
- Fraser, D., 1987b. *Attraction to blood as a factor in tail-biting by pigs*. Applied Animal Behaviour Science, **17**: pp. 1-2.
- Genstat Committee, 2000. *The guide to GenStat*. ed. Roger Payne. VSN, Oxford.
- Grandin, T. en S.E. Curtis, 1984. *Toy preferences in young pigs*. Journal of Animal Science, **59**, supplement **1**: p 85.

- Guise, H.J. en R.H.C. Penny, 1998. *Tail-biting and tail-docking in pigs*. Veterinary Record, **142**(2): p 46.
- Hansen, L.L. en A.M. Hagelsø, 1980. *A general survey of environmental influence on the social hierarchy function in pigs*. Acta Agriculturae Scandinavica, **30**(4): pp. 388-392.
- Huey, R.J., 1996. *Incidence, location and interrelationships between the sites of abscesses recorded in pigs at a bacon factory in Northern Ireland*. Veterinary Record, **138**(21): pp. 511-514.
- Hunter, E.J., T.A. Jones, H.J. Guise, R.H.C. Penny en S. Hoste, 2001. *The relationship between tail biting in pigs, docking procedure and other management practices*. Veterinary Journal, **161**(1): pp. 72-79.
- Keen, A. en B. Engel, 2002. *Procedure IRREML. Biometris Procedure Library Manual*. eds. P.W. Goedhart & J.T.N.M. Thissen. Biometris, Wageningen UR.
- Kleinbeck, S. en J.J. McGlone, 1993. *Pig tail posture: a measure of stress*. **Technical Report No. T-5-327**, Texas Tech University of Agricultural Science, Texas pp. 47-48.
- Larsen, C., 1983. *Tail biting in pigs*. New Zealand Veterinary Journal, **31**(6): pp. 105-106.
- McGlone, J.J., J. Sells, S. Harris en R.J. Hurst, 1990. *Cannibalism in growing pigs: effects of tail docking and housing system on behavior, performance and immune function*. **Technical Report No. T-5-283**, Texas Tech University of Agricultural Science, Texas pp. 69-71.
- McKinnon, A.J., S.A. Edwards, D.B. Stephens en D.E. Walters, 1989. *Behaviour of groups of weaner pigs in three different housing systems*. British Veterinary Journal, **145**(4): pp. 367-372.
- Moinard, C., M. Mendl, C.J. Nicol en L.E. Green, 2003. *A case control study of on-farm risk factors for tail biting in pigs*. Applied Animal Behaviour Science, **81**(4): pp. 333-355.
- Ouwerkerk, E.N.J. van, 2000. *ANIPRO klimaat- en energiesimulatiesoftware voor stallen*. Nota V 99 – 109, IMAG, Wageningen.
- Penny, R.H.C., J.R. Walters en S.J. Tredget, 1981. *Tail-biting in pigs: a sex frequency between boars and gilts*. Veterinary Record, **108**(2): p 35.
- Petersen, V., H.B. Simonsen en L.G. Lawson, 1995. *The effect of environmental stimulation on the development of behaviour in pigs*. Applied Animal Behaviour Science, **45**: pp. 3-4.
- Petherick, J.C. en J.K. Blackshaw, 1987. *A review of the factors influencing the aggressive and agonistic behaviour of the domestic pig*. Australian Journal of Experimental Agriculture, **27**(5): pp. 605-611.
- Putten, G.v., 1968. *Een onderzoek naar staartbijten bij mestvarkens*. Universiteit van Amsterdam, Amsterdam.
- Rao, C.R., 1965. *Linear statistical inference and its applications*. John Wiley, New York.
- Schrøder-Petersen, D.L. en H.B. Simonsen, 2001. *Tail biting in Pigs*. Veterinary Journal, **162**(3): pp. 196-210.
- Wallgren, P. en E. Lindahl, 1996. *The influence of tail biting on performance of fattening pigs*. Acta Veterinaria Scandinavica, **37**(4): pp. 453-460.
- Zonderland, J.J. en H.A.M. Spoolder, 2002. *Staatbijten bij varkens*. **Rapportage opdrachtgever 32.0383.0000**, Praktijkonderzoek Veehouderij, Lelystad.
- Zonderland, J.J., H.M. Vermeer, P.F.G. Vereijken en H.A.M. Spoolder, 2003. *Measuring a pig's preference for suspended toys by using an automated recording technique*. CIGR Ejournal, **V**(February 2003).