

Het effect van stalklimaat op geboortegewicht biggen

Een onderzoek naar de verschillende invloeden op drachtige zeugen en het gewicht van hun geboren biggen, gevolgd door een praktijkonderzoek over het meten van verschillende parameters met betrekking tot het stalklimaat en de invloed op geboortegewicht



Auteur: Bart Geijssel

Opleiding: Bedrijfskunde en agribusiness

Major: Bedrijfskunde en agribusiness

Datum: Mei 2020

Afstudeerdocent: Dhr. Jan Harm Borger

DISCLAIMER

Dit rapport is gemaakt door een student van Aeres Hogeschool als onderdeel van zijn opleiding. Het is géén officiële publicatie van Aeres Hogeschool. Dit rapport geeft niet de visie of mening van Aeres Hogeschool weer. Aeres hogeschool aanvaardt geen enkele aansprakelijkheid voor enige schade voortvloeiend uit het gebruik van de inhoud van dit rapport.

Het effect van stalklimaat op geboortegewicht biggen

Een onderzoek naar de verschillende invloeden op drachtige zeugen en het gewicht van hun geboren biggen, gevolgd door een praktijkonderzoek over het meten van verschillende parameters met betrekking tot het stalklimaat en de invloed op geboortegewicht

Uitgebracht aan:

-De docenten van Aeres Hogeschool Dronten
De Drieslag 4
8251 JZ Dronten
-De varkenssector Nederland

In samenwerking met:

Connecting Agri & Food
Oostwijk 5
Postbus 511
5400 AM Uden
info@connectingagriandfood.nl
[+31 413 33 68 00](tel:+31413336800)

Afstudeerdocent: Dhr. Jan Harm Borger
j.h.borger@aeres.nl
Auteur: Bart Geijssel
geijsselbart@hotmail.com
Datum: mei 2020
Omslagfoto: Wegen van de biggen, eigen foto.



Voorwoord

In dit afstudeeronderzoek worden de effecten van stalklimaat op het geboortegewicht van biggen nader toegelicht. Het onderzoek is gedaan op het varkensbedrijf van de familie Geijssel in Ruinerwold, Drenthe. Er zijn biggen gewogen van een controlegroep en een meetgroep van zeugen, om zo tot een conclusie te kunnen komen.

De Nederlandse varkenshouderij moet constant blijven werken aan minder sterfte in de kraamstal, de kritischer wordende consument eist dat. Met kleine stapje probeert de sector hieraan te werken.

Ik ben als varkenshouder onderdeel van die sector en voel het als mijn plicht om hieraan mee te werken, zowel voor mijn eigen bedrijf als de sector. De geboorte van een vitale en gezonde toom biggen is voor mij als varkenshouder elke keer weer een wonder en iets om van te genieten. Hoe vitaler en gezonder de biggen zijn, hoe mooier het is voor iedereen. Ik hoop dat mijn onderzoek bijdraagt aan de stappen die de sector aan het zetten is.

Mijn dank gaat uit naar de volgende personen en instanties:

Jan Harm Borger, afstudeerbegeleider Aeres Hogeschool Dronten
Monique van der Gaag, projectleider Connecting Agri en Food Uden
Sander Lourens, docent onderzoek en statistiek Aeres Hogeschool Dronten
Liesbeth Meijer, docent onderzoek Aeres Hogeschool Dronten
Angela van der Sanden, projectleider Connecting Agri en Food Uden

En Nienke Geijssel mijn echtgenote voor alle steun tijdens mijn onderzoek.

Ruinerwold, mei 2020

Samenvatting

De Nederlandse zeugenhouderij staat voor een uitdaging als het om biggenoverleving gaat. De kritische consument verlangt van boeren dat niet alleen de duurzame productie maar ook het dierwelzijn op een hoog niveau blijft. Hogere biggensterfte als gevolg van groter wordende tomen moet worden voorkomen.

Een van de factoren die de overlevingskans van een geboren big vergroot, is het geboortegewicht. Het geboortegewicht wordt onder meer bepaald door de wijze van voeren van de zeug. Er zijn diverse voerschema's die worden gebruikt door zeugenhouders, de meeste gebaseerd op een schema van extra voer in het begin van de dracht, vanwege het ontwikkelen van de beste innesteling en optimale ontwikkeling van de foetus. De ingrediënten zijn ook van belang, de voeding dient optimaal gebalanceerd te zijn voor de zeug. De genetica speelt eveneens een belangrijke rol bij het geboortegewicht.

Sommige zeugen brengen grote tomen biggen waarbij de kleinste foetussen verdrongen worden in de baarmoeder, of in ieder geval een groeiachterstand oplopen. Het zogenaamde IUGR (Intra-uteriene Growth Retardation). De klimaatomstandigheden in de stal spelen een andere belangrijke rol voor de ontwikkeling van de biggen. Door een goed stalklimaat voor de zeug te organiseren, voelt de zeug zich fitter en zal beter presteren. De comfortzone van de omgevingstemperatuur moet altijd benaderd worden, zodat de zeug geen extra inspanning nodig heeft om warm te worden of af te koelen. De waardes van luchtvochtigheid (RV%), ammoniak (NH₃) en koolstofdioxide (CO₂) moeten niet boven de toegestane norm komen, waardoor er schade aan de fysieke gesteldheid van de zeug kan optreden.

Het praktijkonderzoek is uitgevoerd op het varkensbedrijf van Geijssel in Ruinerwold. Hier zijn bij twee groepen zeugen van 46 dieren verschillende ventilatieniveaus ingesteld. De proefgroep verbleef in een stalklimaat met lagere temperaturen en lagere waardes van CO₂ en NH₃. De zeugen die wekelijks gedekt werden verbleven 4 weken na het dekken in de wachtgroep waar alle omstandigheden en het voerniveau gelijk zijn. Bij deze zeugen werd het rugspek gemeten met een ultrasoon spekmeter. Na deze periode werd de weekgroep verdeeld in twee, waarbij de ene helft naar een afdeling ging met een hogere ventilatie en de andere groep naar resp. een afdeling met lagere ventilatie. Enkele dagen voor het afbiggen werden de zeugen naar de kraamstal verplaatst. In de kraamstal werd de spekdikte opnieuw gemeten van beide groepen. Van beide groepen werden de tomen gewogen na geboorte. De zwaarste drie en lichtste drie biggen werden eveneens gewogen om de spreiding in de toom te kunnen beoordelen.

De uitkomst is dat de verschillen in toomgewichten en de verschillen in spreiding van gewichten, niet significant verschillen tussen beide groepen. De groei van het rugspek was lager bij de zeugen in de koudere afdeling, niet significant. Hier is nader onderzoek benodigd.

De buitenluchtvochtigheid heeft invloed op de afdelingsluchtvochtigheid, dit was voor beide groepen gelijk. De concentratie NH₃ en CO₂ was hoger in de afdeling waar minder werd geventileerd, maar kwam niet buiten de normen.

Omdat er enkel in de winter is gemeten, is de temperatuur in beide afdelingen zeer constant gebleven. Echter in de zomer zal het moeilijker zijn om de gewenste temperatuur te halen. Wat het effect is van harder ventileren in de zomer op het toomgewicht en de spreiding van gewicht van de biggen van deze tomen, zal nader onderzocht moeten worden.

Summary

There is a challenge for the Dutch pig industry to increase the survival of piglets in big litters. The critical consumer desires not only sustainable production but also animal welfare on a high level. Rising piglet mortality due to bigger litters must be prevented.

One of the factors that will help the chance of survival of a born piglet, is the birthweight. The birthweight is determined by the way of feeding of the sow. There are several feeding schedules that are used by pig farmers, most of them based on a schedule of more feed in the beginning of the gestation period, due to the best implantation and development of the fetus. The ingredients are also important, the feed needs to be optimal balanced for the sow. Genetics are also an important factor that determine the birthweight.

Some sows give birth to large numbers of piglets where the smallest fetuses are repressed in the uterus, or at least have a growth retardation. The so called IUGR (Intra-uterine Growth Retardation). The climate circumstances in the shed play another big role for the development of the piglets. By organizing a good shed environment for the sow, the sow will feel fitter and will perform better. The comfort zone of the surrounding temperature must always be approached, so the sow does not need extra efforts to keep warm or cool down. The values of the air humidity (RH%), ammonia (NH₃) and carbon dioxide (CO₂) must not exceed accepted values, where it can damage physical condition of the sow.

The practical research was held on the pig farm of Geijssel in Ruinerwold. There were two groups of sows with different values of ventilation. The test group was held in a shed climate with lower temperatures and lower values of CO₂ and NH₃.

The sows that were mated weekly stayed 4 weeks after mating in the waiting group where all the circumstances and the feeding level are the same. The backfat of these sows was measured with an ultrasound backfat measurer. After this period, the mating group was divided into two groups. The one half went to a room with a higher level of ventilation and the other group went to a room with lower ventilation. Several days before farrowing the sows were moved to the farrowing shed. In the farrowing shed the backfat was measured again from both groups. From both groups the litters were weighed after birth. The heaviest three pigs and the lightest three pigs were also weighed, to give a judgement of the spread in weight of the litter.

The results are that the differences in weight of the litter, and the spread of the weight, does not significantly differ between both groups. The growth of backfat was lower on the sows in the colder room, but not significant. Further research is needed.

The outdoor humidity has influence on the indoor humidity, this was the same for both groups. The concentration NH₃ and CO₂ was higher in the room with less ventilation, but did not exceed the standards.

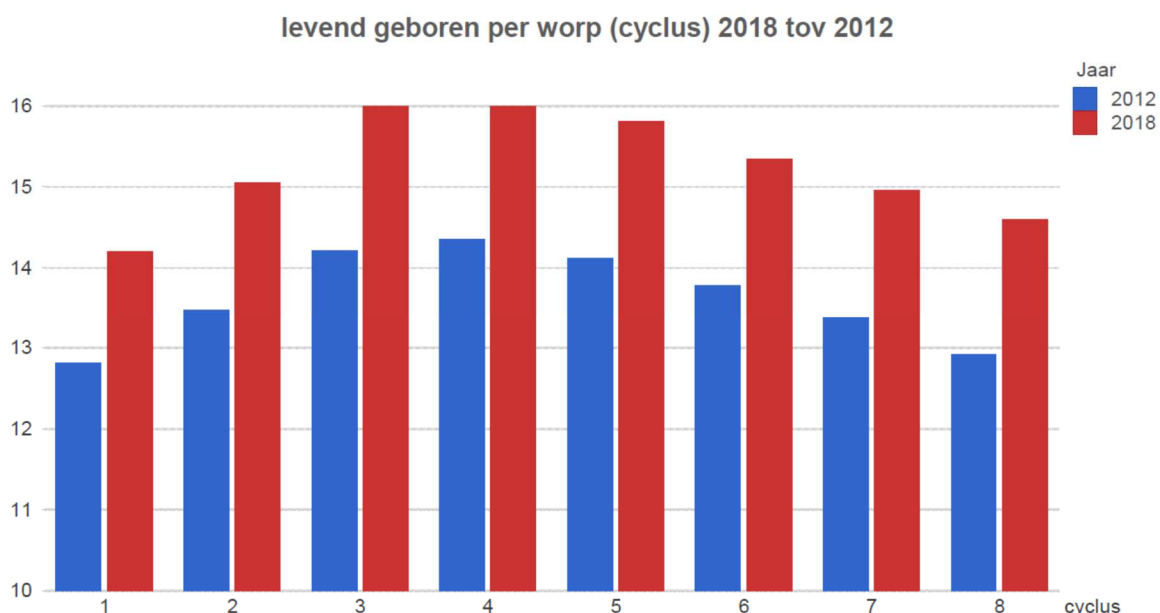
Because the measurements were only done in the winter, the temperature in both rooms was very constant. In the summer however, it will be more difficult to reach the desired temperature. To know the effect of more ventilation in summer on litter weight and spread of weight of piglets in this litters, further research is necessary.

Inhoudsopgave

1 Inleiding	6
2 Materiaal en methode.....	17
3 Resultaten.....	21
3.1 Overzicht en bijzonderheden	21
3.2 Verschil in stalklimaatparameters tussen beide groepen	21
3.3 Invloed van het buitenklimaat op de gemeten stalklimaatparameters.....	22
3.4 Effect op de spekdikte van de zeug bij verschillende afdelingstemperaturen	22
3.5 Verschillen toomgewichten en de spreiding biggewichten	23
4 Discussie	25
5 Conclusie en aanbevelingen	27
Bronnenlijst	29
Bijlagen	33

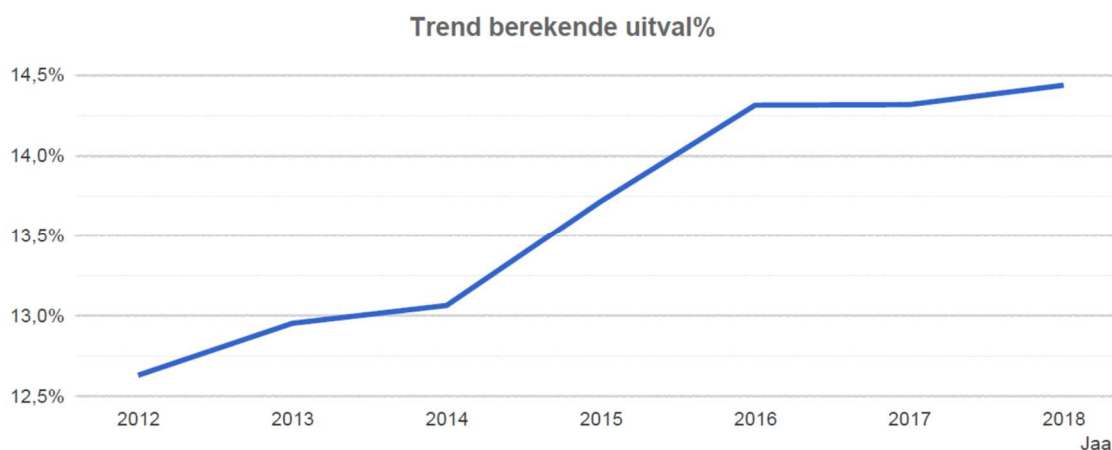
1 Inleiding

De varkenshouderij in Nederland is de laatste jaren door fokkerijbeleid meer biggen per zeug gaan produceren. In figuur 1 is de toomgrootte te zien van de jaren 2012 en 2018 van zeugen in Nederland. De toomgrootte is bij elke pariteit toegenomen. Een pariteit is het aantal worpen dat een zeug heeft gehad gedurende haar leven. De meest productieve pariteit is de 3^e en 4^e, zoals weergegeven.



Figuur 1: Levend geboren biggen per worp, per pariteit.
Overgenomen uit "AgriSyst-pigexpert kwartaalmonitor" van Agrisyst B.V., 2018.

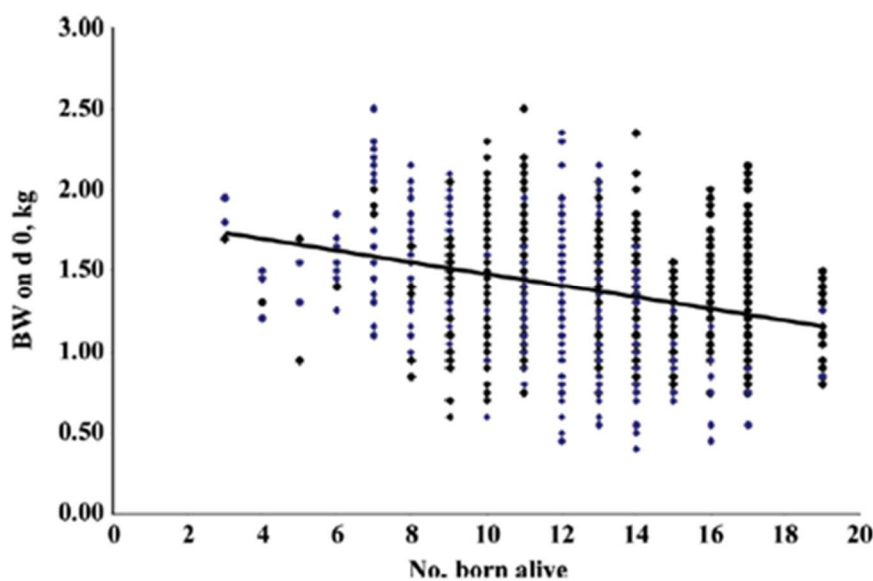
In figuur 2 wordt een grafiek weergegeven van de uitval van biggen bij de zeug in het kraamhok. Er is door de stijgende lijn van levend geboren biggen, ook een grotere kans op sterfte (Vandersmissen et al., 2012).



Figuur 2: Uitval biggen in de kraamstal in procenten.
Overgenomen uit "AgriSyst-pigexpert kwartaalmonitor" van Agrisyst B.V., 2018.

De varkenshouderij ligt onder een vergrootglas bij de politiek als het gaat om dierenwelzijn, waaronder de sterfte van de biggen in de kraamstal. De overheid heeft een beleid ten aanzien van sterfte bij jonge dieren (Schouten, 2018). Met de varkenshouderij is een convenant ondertekend waarbij onder andere de sterfte van biggen in de kraamstal verlaagd moet worden. Volgens 'Vitale Varkens' (z.d.) worden jaarlijks voortgangsrapportages verzonden vanuit de sector.

De tomen in Nederland worden groter. Dit heeft invloed op het geboortegewicht van de biggen en dus op de overlevingskans (figuur 3 en tabel 1). De intra-uteriene growth retardation (IUGR) is de groeivertraging bij foetussen bij overbezetting in de baarmoeder. De mate van IUGR bepaalt het aantal spiervezels dat per foetus wordt aangezet. Het aantal aangezette spiervezels bepaald mede het geboortegewicht (Foxcroft et al., 2009).



Figuur 3: Verband tussen aantal biggen levend geboren en lichaamsgewicht (BW= body weight) op dag 0 in kg.

Overgenomen uit "Consequences of birth weight for postnatal growth performance and carcass quality in pigs as related to myogenesis" van Rehfeldt & Kuhn, 2006.

Tabel 1: Afname geboortegewicht bij grotere tomen.

Overgenomen uit "Variation of piglets' birth weight and consequences on subsequent performance" van Quiniou, Dagorn, & Gaudre, 2002.

Table 1
Effect of litter size (LS) on piglets' characteristics at birth

Litter size (class)	LS _{≤11}	LS ₁₂₋₁₃	LS ₁₄₋₁₅	LS _{≥16}	R.S.D. ^a	Stat. ^a
Mean litter size	9.0	12.5	14.4	17.0		
Number of sows	324	262	230	149		
Parity	2.1	2.1	2.2	2.5	1.3	<i>P</i> = 0.053
Individual birth weight (BW), kg						
Mean	1.59 ^c	1.48 ^d	1.37 ^e	1.26 ^f	0.22	***
Within litter variation	0.26 ^c	0.27 ^{cd}	0.28 ^d	0.30 ^e	0.09	***
Litter BW, kg	14.2	18.5	19.7	21.4	3.1	***
Small piglets, % ^b	7 ^c	9 ^c	14 ^d	23 ^e	13	***

^a Residual standard deviation, variance analysis with litter size (four classes) as main effect.

^b Mean proportion of piglets that weighed less than 1 kg at birth.

Within each line, value not followed by the same superscript differ (*P* < 0.05).

*** *P* < 0.001.

De spieraanzet van een embryo begint met name in het begin van de dracht. Een embryo bestaat uit 3 lagen. Eén van de drie lagen wordt opgebouwd in de eerste 25 dagen van de dracht tot spieren. Embryonale spiercellen vormen zich uit deze laag uit tot spieren op bepaalde locaties. Dit gebeurt in twee golven. De eerste golf vormt spiervezels tussen dag 35 en 55 van de dracht. Dit vormt de basis voor de secundaire laag spiervezels, tussen dag 55 en 90 van de dracht. De primaire spiervezel vormt samen met 22 secundaire spiervezels een cluster. Meerdere clusters vormen een spier. Vanaf dag 90 gaan de spieren rijpen, en komt er spiervezelhypertrofie op gang. (toename van de diameter van de individuele spiervezels) wat na de geboorte voortgezet wordt (Van Brenk, 2013).

In een onderzoek van ForFarmers waarbij 200.000 biggen zijn gewogen bij varkensbedrijven in Nederland, zijn deze onderverdeeld in verschillende geboortegewichten. De conclusie was dat bij biggen die minder dan 700 gram geboortegewicht hadden, 50% uitviel. Bij de categorie 700-900 gram geboortegewicht viel 25% uit (For Farmers, 2015).

Biggensterfte kan worden verlaagd door zwaardere biggen. Zwaardere biggen kunnen worden geboren als de zeug fitter is geweest in de drachtperiode. Naast voeding heeft het omgevingsklimaat invloed op de fitheid van de zeug (Houwers, Vermeer, & Bokma, 2014). Het onderzoek van Geijsel richt zich hierop. Er is vrijwel geen onderzoek gedaan naar effecten van CO₂ (koolstofdioxide) en NH₃ (ammoniak) op de drachtige zeug.

De varkens in Nederland worden in stallen gehouden waar het klimaat gecontroleerd wordt. Er is sprake van ventilatie waarmee de afvoer van stallucht plaatsvindt. De mate van ventilatie wordt van oudsher bepaald door de temperatuur in de afdeling. Er bestaat een mogelijkheid om dit aan te passen bij hoge en lage buitentemperaturen.

Tegenwoordig zijn er dankzij slimme meters meer parameters te meten dan alleen temperatuur. Een verwachting is dat naast sturen op deze parameter het sturen op andere parameters ook invloed zal hebben op de prestatie van de zeug. Er is een mogelijkheid om de gehalten te meten van temperatuur, NH₃, CO₂ en RV% (luchtvochtigheid).

Er is nog weinig bekend van de invloed van deze parameters op de prestatie van zeugen. Er lijkt een verband te zijn tussen 'schonere' lucht en betere prestaties van varkens. Van vleesvarkensstallen zijn beperkte onderzoeksresultaten bekend.

Het stalklimaat is van grote invloed op de prestaties van het varken, omdat de comfortzone zo dicht mogelijk benaderd moet worden (Van Gansbeke, Van den Bogaert, & Vettenburg, 2009). Dit is de reden waarom varkens in stallen worden gehouden. Een goed stalklimaat moet zorgen voor goede omstandigheden voor de groei van de embryo's en biggen in de zeug. Dankzij de betere meettechnieken zijn er meer mogelijkheden om klimaat te meten in varkensstallen. Met deze data kan een varkenshouder sturen op het klimaat en aanpassingen doen in de stal. Hierbij moet gedacht worden aan instellingen aan de klimaatcomputer, maar ook aan aanpassingen die gedaan kunnen worden aan de stalinrichting.

Het gewicht van een toom biggen wordt deels bepaald door het soort en de hoeveelheid voer die de zeug toegediend krijgt. Bij gelten en eerste worps zeugen zijn proeven gedaan met extra voeding in de eerste vier weken van de dracht. Bij een controlegroep was 2,5 kilo per dier/dag gegeven, bij de plus-voergroep was dit 3,25. De dieren die meer voer kregen gaven significant meer biggen (15,1 en 13,1). Voor de varkenshouder een financieel interessant verschil, kijkend naar voerkosten en meer

biggen per zeug. De geboortegewichten zijn echter niet significant verschillend. Dit kan komen omdat bij meer biggen de gewichten per big afnemen. Dit komt waarschijnlijk door ruimtegebrek in de baarmoeder (zie ook pagina 7, over IUGR). De doorbloeding naar de placenta is dan niet ideaal en op deze manier komen er te weinig voedingsstoffen naar de embryo's (Hoving, Van der Peet-Schwering, Dirx-Kuijken, & Soede, 2010). In tabel 2 zijn resultaten te zien van een ander onderzoek naar effecten van voer op geboortegewicht, in opdracht van Hendrix UTD in het Swine Reserach Station.

Tabel 2: Effecten hoog voerniveau eerste 35 dagen dracht.

Overgenomen uit "Dragende zeug mag eten voor twee" van Cornelissen, 2011.

	Standaard voerniveau	Extra energie
Gewichttoename interval dekken – dag 35 dracht	3,0 kg	14,0 kg
Speldiktoename interval dekken – dag 35 dracht	0,1 mm	1,1 mm
Leeg gewicht baarmoeder dag 35 dracht	2511 gram	2558 gram
Gewicht embryo's + placenta's dag 35 dracht	3305 gram	3984 gram

Tabel 1; Resultaten zeugen bij hoge energie opname in de eerste 35 dagen van de dracht

Bron: Hendrix UTD

		Standaard voerniveau (2,4 kg/dag)		Extra energie	
		gemiddelde	spreiding	gemiddelde	spreiding
Aantal zeugen		20		61	
Aantal embryo's op dag 35	n	16,5	1,0	17,5	1,0
Embryo gewicht op dag 35	g	5,0	0,1	4,9	0,1
Embryo lengte op dag 35	mm	35,9	0,4	36,7	0,4
Placenta gewicht op dag 35	g	50,7	2,7	53,2	2,7
Placenta lengte op dag 35	mm	42,4	1,7	45,6	1,7
Hechting aan baarmoederwand					
Breedte	cm	9,9	0,2	10,3	0,2
Lengte	cm	21,1	1,3	22,0	1,3
Oppervlakte	cm ²	209	15	225	14

Tabel 2; Resultaten embryo en placenta ontwikkeling bij hoge energieopname in de eerste 35 dagen van de dracht

Bron: Hendrix UTD

Variatie in;	Verbeterde uniformiteit door hogere energieopname
Embryo gewichten	11,7 %
Embryo lengte	13,3 %
Placenta gewicht	11,5 %
Placenta lengte	9,4 %
Oppervlak in de baarmoeder	7,7 %

Er blijkt, na slachten van zeugen die 35 dagen drachtig waren, dat embryo's van zeugen met een hoger voerniveau 11,7% zwaarder waren dan embryo's van zeugen die een normaal voerniveau hadden. Een meer uniforme toom wordt behaald door een optimaal voerniveau in de eerste weken van de dracht.

Volgens docent Jan Harm Borger (persoonlijke communicatie, 19 november 2019) gebruiken veel varkenshouders een voerschema waarbij in het begin van de dracht meer wordt gevoerd om de embryo's optimaal te laten ontwikkelen. Ook op het bedrijf waar het onderzoek wordt uitgevoerd wordt dit voerschema toegepast.

De groei van de placenta kan beïnvloed worden door de aminozuren arginine en glutamine. Het verbetert de groei van de foetus/embryo en de overleving daarvan. Daarnaast zorgt het voor minder spreiding in geboortegewicht. Op deze manier is er doormiddel van voeding invloed uit te oefenen op de ontwikkeling van de placenta en de embryo's (Wu et al., 2017).

De ontwikkeling van de grootte en de uniformiteit van de big is het meest te beïnvloeden in de eerste weken van de dracht. Het begint bij het vormen van eicellen. De follikels in de zeug moeten goed ontwikkeld zijn. Belangrijk is een goed ontwikkelde placenta, om de condities voor de eicellen zo optimaal te laten zijn.

Het ontwikkelen van goede eicellen en de conditie van de follikels en later de placenta worden beïnvloed door veel factoren, waaronder de voeding. Een insuline piek (IGF-1, Insuline growth factor) tijdens de einde kraamstalperiode en dekstalperiode, verhoogt het aanmaken van LH en FSH, beide voortplantingshormonen (Prime & Symonds, 1993).

De big verliest snel gewicht, in de eerste uren na geboorte. In een Australisch onderzoek zijn bij 80 zeugen 1096 biggen gewogen direct bij de geboorte, bij de eerste stap en bij de eerste keer drinkend bij een speen. Er was een significant ($P < 0.01$) kleine correlatie tussen geboortegewicht en eerste stap en een significant ($P < 0.01$) grote correlatie tussen geboortegewicht en eerste keer drinken. Dit geeft aan dat geboortegewicht veel invloed heeft op overleving van het big (Quinn & Morrison, 2017).

In tabel 3 is de afname van het gewicht weergegeven vanaf het gewicht bij geboorte. De afname bij de eerste ademhaling, bij de eerste stappen en bij de eerste keer drinken.

De relevantie van deze theorie is dat het wegen van het geboortegewicht in de praktijkproef van Geijssel zo snel mogelijk na de geboorte moet plaatsvinden, omdat anders verschillende factoren de gewichten beïnvloeden.

Tabel 3: Pearson correlatie coëfficiënten (r) tussen geboortegewicht, tijd tot eerste ademhaling, lopen en zuigen. Overgenomen uit "Piglet birth weight is related to time to first walk after birth" van Quinn & Morrison, 2017.

	Birthweight
Time to First Breath	-0.091**
Time to First Walk	-0.870**
Time to First Suck	-0.189**

** $P < 0.01$.

Varkens hebben minder longschade bij frissere lucht (Hansson, Hamilton, Ekman, & Forslund, 2001). Bij een onderzoek van de Universiteit van Uppsala in Zweden over verschillen in karkassen tussen 'conventioneel gehuisveste varkens' en 'biologisch gehuisveste varkens' blijkt dat de biologische varkens, met meer toegang tot buitenlucht, minder longproblemen d.w.z. pneumonie en pleuritis, hadden. Drachtige zeugen in Nederland moeten tegenwoordig verplicht worden gehuisvest in groepen. Dankzij groepshuisvesting kunnen zeugen vaak dicht tegen elkaar aan liggen in koudere periodes. De kritieke minimumtemperatuur hangt af van de omstandigheden. Uit onderzoek is gebleken dat bij de keuze tussen boxen die open staan (voerligboxen) en een ligruimte, zeugen kiezen voor de ligruimte bij koelere periodes omdat zij dan tegen elkaar aan kunnen liggen. Dit is met name 's nachts en in de winter (Vermeer, Plagge, Hoofs, Roelofs, & Spoolder, 2000). Bij de moderne

stallen waar geen boxen met uitloop meer zijn, maar enkel ligruimtes voor groepen zeugen, is de kritieke minimumtemperatuur daardoor 2 graden lager (Vermeer, 2000).

Tabel 4: Ventilatiebehoefte zeugen groepshuisvesting.

Overgenomen uit "Richtlijnen klimaatinstellingen" van Klimaatplatform varkenshouderij, 2014.

	Min.vent. per dier (m ³ /uur)***	Max.vent. per dier (m ³ /uur)***	Begin.temp.vent. (°C)
Guste zeugen	14 – 20	120 - 150	22
Dragende zeugen	18 – 25	120 - 150	20

De instellingen op de huidige gebruikelijke klimaatcomputers kunnen worden ingesteld op basis van 'begintemperatuur ventilatie' (tabel 4). Dit is de waarde die de temperatuur moet bereiken alvorens de ventilator harder dan de ingestelde *minimumventilatie* gaat draaien. De ventilator zal maximaal draaien (*maximumventilatie*) bij de waarde van de temperatuur van de begintemperatuur ventilatie *plus* de ingestelde bandbreedte (P-band) (Fancom, 2019).

Over de verschillende factoren is door het klimaatplatform varkenshouderij onderzoek gedaan:

De onder- en bovengrens van de comfortzone zijn afhankelijk van een aantal factoren. Deze factoren zijn onder meer diergewicht, voeropname, vloeruitvoering, gezondheidstoestand en luchtsnelheid. De omgevingstemperatuur moet hoger zijn naarmate het gewicht lager is, de voeropname lager is, . . . de varkens koorts hebben, als volledig roostervloer wordt gebruikt en als varkens veel stress hebben door spenen, verplaatsen en/of veranderingen in koppelsamenstelling. Verder geldt dat hoe hoger de luchtsnelheid is, hoe hoger de omgevingstemperatuur dient te zijn. Naast de algemeen afkoelende werking van hogere luchtsnelheden, kunnen ze, in combinatie met een lage temperatuur, de gezondheid van de varkens in gevaar brengen (Van 't Klooster et al., 1989, p.42).

De comfortzone is de temperatuur van de omgeving waarbinnen een dier geen extra energie nodig heeft om warm te worden of af te koelen. De huid van het dier zorgt voor regulering van de lichaamstemperatuur. Als de temperatuur van de omgeving onder de comfortzone van het dier komt, moet het dier werken om warm te worden. Bij een te hoge omgevingstemperatuur kan het dier minder warmte produceren, of extra warmte afgeven. Dit kan door minder te vreten en een snellere ademhaling (Dopharma, 2019).

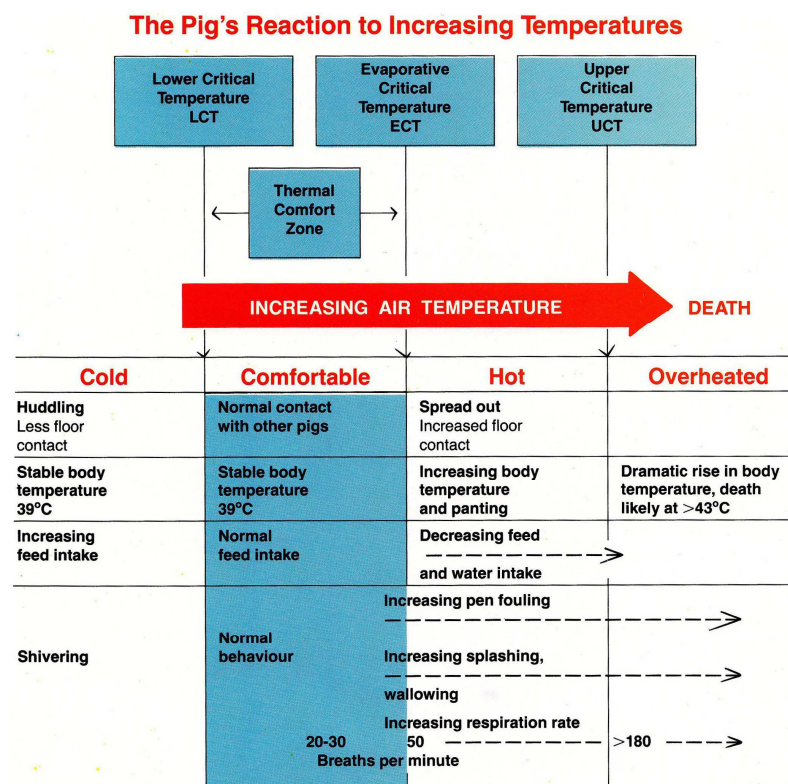
In de thermo neutrale zone is de omgevingstemperatuur dusdanig dat het dier de lichaamstemperatuur constant kan houden, zij het met een andere houding (liggedrag). Volgens docent Jan Harm Borger (persoonlijke communicatie, 19 november 2019) gaan groepen dieren bijvoorbeeld tegen elkaar aanliggen om warm te blijven en de dieren trekken de poten onder het lichaam. In de thermo neutrale zone is er een onderste en bovenste kritieke temperatuur. Boven de kritische temperatuur ervaart het dier hittestress en dit gaat ten koste van de productie (Dopharma, 2019). Tabel 5 geeft van varkens de bovengrens van de comfortzone weer in graden Celsius alsmede de bovenste kritieke temperatuur.

Tabel 5: Bovengrens comfortzone en bovenste kritieke temperatuur.

	Bovengrens comfortzone	Bovenste kritische temperatuur
Zuigende big	32 °C	33 °C
Gespeende big	27 °C	33 °C
Vleesvarken 60 kg	24 °C	25 °C
Vleesvarken 100 kg	21 °C	24 °C
Zeug dracht	24 °C	26 °C
Lacterende zeug	22 °C	22 °C

Noot. Aangepast van "Hittestress". Dopharma (2019). Geraadpleegd op 16 november 2019, van <https://www.dopharma.nl/technical-support/hittestress-2/>

De laagste kritieke omgevingstemperatuur is erg afhankelijk van de omgevingsfactoren. Zo is voor te stellen dat een zeug in een dik pak stro een omgevingstemperatuur van 10 graden Celsius als minder koud zal ervaren dan een zeug die op een betonnen vloer ligt. Zo zal ook het voedingspatroon (twee- of driemaal daags voeren) invloed hebben. Dieren zullen dus goed tegen kou kunnen zolang er omgevingsfactoren zijn die de kou relativeren (Van Gansbeke, Van den Bogaert, & Vettenburg, 2009).



Figuur 4: Kritieke temperatuur varkens in relatie tot omgevingsfactoren.

Overgenomen uit "Temperature and humidity index for pigs" van Rural Chemical Industries, 2019.

In een onderzoek uitgevoerd door Wageningen Institute of Animal Sciences zijn de comfortzones van varkens onderzocht. Verschillende temperatuurranges werden gecreëerd en het gedrag van de dieren geanalyseerd. Het observeren van lig- en mestgedrag en de veranderingen daarin, zijn de belangrijkste indicatoren van de reacties van het varken op verhoogde omgevingstemperaturen. Vanaf 16 graden Celsius gingen vleesvarkens niet meer tegen elkaar aan liggen, vanaf 19 graden C. gingen de dieren al op de roosters liggen om verkoeling te zoeken. Mesten op de dichte vloer nam toe vanaf 19 graden C. Boven deze temperaturen nam ook de warmteproductie als gevolg van activiteit af (Huynh, 2005).

Luchtvochtigheid wordt meestal uitgedrukt in relatieve luchtvochtigheid. Dit is het percentage van de huidige absolute luchtvochtigheid die in de huidige omgevingstemperatuur gehaald kan worden. Dat is de maximale hoeveelheid waterdamp die aanwezig is in de lucht en wordt aangegeven als 100%.

Een bepaald percentage luchtvochtigheid kan zorgen voor ideale omstandigheden voor bacteriën, virussen, schimmels en mycotoxinen (Xiong, Meng, Gao, Tang, & Zhang, 2017). In omstandigheden met hoge luchtvochtigheid is de kwaliteit van het voer minder (Renggaman et al., 2015). Ook lijkt er een verband tussen meer oornecrose bij biggen en vleesvarkens bij hogere luchtvochtigheid (Mirt, 1999).

Luchtvochtigheid in stallen hangt voor een groot deel af van de luchtvochtigheid in de buitenlucht. Aangezien de ventilatoren buitenlucht de stal in zuigen, zal het vochtigheidspercentage van de buitenlucht die van de stallucht beïnvloeden. Daarnaast zorgen bijvoorbeeld natte vloeren voor een hogere luchtvochtigheid. Als er veel water verspild wordt door de dieren, zal er rondom de drinkplekken meer nattigheid zijn wat ook de luchtvochtigheid beïnvloed. Natte vloeren dienen voorkomen te worden, niet alleen om vochtige lucht te voorkomen, maar met name om klauwproblemen te voorkomen (Kroneman, 1992).

Onderzoek onder 27 groepen varkens, waarbij de groepen 12 tot 14 weken werden gemonitord, wees uit wat effecten zijn van luchtvochtigheid. Er werden drie verschillende niveaus van luchtvochtigheid gemeten bij verschillende omgevingstemperaturen van resp. 22°, 28° en 33°C. Als de luchtvochtigheid toenam, werd de voeropname slechter, bij alle drie de temperatuurniveaus. De luchtvochtigheid had weinig effect op voer efficiency, lichaamstemperatuur of huidtemperatuur (Morrison, Heitman, & Bond, 1969).

Mest zorgt voor ammoniak (NH₃), omdat urine en uitwerpselen samen komen in de put en een proces van ammoniakvorming op gang brengen. Urine en uitwerpselen scheiden, zal kunnen zorgen voor een substantiële daling van de ammoniakuitstoot. De technieken zijn hiervoor beschikbaar, maar nog niet gangbaar (Stal van de toekomst, 2019). De varkenshouder moet een kosten-batenanalyse maken voor wat betreft een investering in systemen die zorgen voor een stalklimaat met minder schadelijke gassen.

NH₃ wordt irriterend voor longen en ogen bij gehalten van 100-500 ppm (parts per million). Longproblemen en soms sterfte komt voor bij gehalten van 2000-3000 ppm. Sterfte vindt plaats bij 10.000 ppm (Kijlstra & Eijck, 2006; Kim, Ko, Lee, Park, & Kim, 2005).

De schadelijkheid van NH₃ is beschreven en een advies is om dit tussen de 9 en 25 ppm te houden (van 't Klooster, 1989). Er is bekend dat "hoge NH₃-concentraties zorgen voor een reductie van het trilhaarepitheel (cellen met haartjes die stof e.d. naar buiten werken) en een daling van de

slijmproductie, waardoor pathogenen gemakkelijker kunnen aanhechten en infecteren” (Hulsegge 2018, p.24).

Bij een onderzoek waarbij vleesvarkens de keuze kregen om in verblijven met resp. 10, 20, 30 en 40 ppm ammoniak te verblijven verkoos 80% van de dieren de ruimtes met 10 en 20 ppm (Jones, Burgess, Webster, & Wathes, 1996). Een review artikel van Wathes geeft aan dat varkens geen gezondheidsafwijkingen vertonen tot 50 ppm (Wathes, Demmers, & Xin, 2003). Bij een ander onderzoek vond meer agressie in een groep varkens gehouden in lucht met een ammoniakgehalte van 20 ppm in vergelijking met een groep gehouden in lucht met een ammoniakgehalte van 5 ppm (Parker et al., 2010).

Een onderzoek gehouden bij legeenden onderzocht het effect van NH₃ gehalten op de dieren. Het gehalte NH₃ werd telkens verhoogd vanaf 10 ppm tot 75 ppm. De verblijfsduur werd telkens verlengd van 10 tot 30 dagen. Bij de hogere gehalten NH₃ was het aantal gelegde eieren significant lager. De gewichten van het eendenlichaam, de milt, eierstokken zijn onderzocht en namen af naarmate het NH₃ gehalte steeg. Interne bacterie groei nam toe in de onderzochte organen bij hogere concentraties NH₃ (Tao et al., 2018).

Naar effect van CO₂ (koolstofdioxide) gehalten in dierverblijven is minimaal onderzoek gedaan. Op humaan gebied is er meer onderzoek verricht, onder andere op basisscholen en kantoren, om het effect van CO₂ gehalten op concentratievermogen van mensen te onderzoeken. Humaan geldt het volgende voor kantoren: Een goede kwaliteit binnenlucht bevat minder dan 1000 ppm. Als grenswaarde wordt 1200 ppm gehanteerd. Bij incidentele afwijking van het beoogde gebruik, waarbij een grotere verontreiniging optreedt (bijv. een tijdelijke hogere bezetting van de arbeidsplaats) mag het CO₂-gehalte maximaal 1500 ppm bevatten. (Monique van der Gaag, persoonlijke communicatie op 11 december 2019).

Bij een onderzoek naar effecten van CO₂ op mensen werden 22 deelnemers blootgesteld aan gehalten van 600, 1000 en 2500 ppm in een kantoorruimte, verdeeld over 6 groepen. Alle groepen werden 2,5 uur aan alle gehalten blootgesteld, op één dag. De deelnemers werd gevraagd tijdens dit verblijf om vragenlijsten in te vullen over het maken van beslissingen, over gezondheidssymptomen en over de kwaliteit van hun ingeademde lucht. De groep met de laagste CO₂ gehalten scoorde beter op de testen, met een gemiddelde significantie (Satish et al., 2012).

Bij een ander onderzoek door Hongaarse onderzoekers waarbij personen werden blootgesteld aan gehalten tussen de 2000 ppm en 5000 ppm en waarbij teksten moesten worden geanalyseerd (begrijpend lezen), werden geen significante verschillen gevonden (Katjar, Herczeg, Lang, Hrustinszky, & Banhidi, 2006).

Naast RV% en NH₃ zegt CO₂ iets over de luchtkwaliteit. CO₂ hangt samen met de ademhaling van de dieren. Uitgeademde lucht bevat CO₂. Voor pluimveestallen bestaat een maximaal gehalte van 3000 ppm. Voor varkens wordt gewerkt met ‘open normen’, een norm waarop de NVWA controleert, de veehouder is vrij in de manier om te zorgen voor lucht die vers genoeg is om onder de grenswaarde van 3000 ppm te blijven (Vermeer et al., 2017).

Om het effect van de verschillende stalklimaatparameters op de prestatie van de zeug te onderzoeken is de hoofdvraag van dit onderzoek:

Wat is de invloed van het stalklimaat waarin de drachtige zeug verblijft, gedurende de drachtperiode tussen de 4 en 15 weken, op de gewichtsontwikkeling van het big in de baarmoeder?

De deelvragen die beantwoord zullen worden zijn:

- Wat is het verschil in stalklimaatparameters tussen beide groepen?

De ventilator in de ruimte waarin de controlegroep zich bevindt zal een andere instelling krijgen dan die van de meetgroep. Er kan op het dashboard van de website van 'slimme stal' (Slimmest.nl) exact worden waargenomen wat de waardes van de temperatuur, CO₂, NH₃ en RV% zijn gedurende elke 10 minuten. Daardoor zal duidelijk zijn of de verschillen van ventilatiehoeveelheid invloed hebben op deze parameters. Er wordt antwoord gegeven op de vraag of er verschil zit in de patronen van de parameters van beide afdelingen. Er wordt doormiddel van vergelijking aangegeven of en hoe vaak het afwijkt van de norm.

- Hoe is de invloed van het buitenklimaat (temperatuur en luchtvochtigheid) op de gemeten stalklimaatparameters?

Gedurende het onderzoek zal het buitenklimaat fluctueren. Dit heeft naar verwachting invloed op de stalklimaatparameters. Bij hoge buitentemperaturen zal er meer geventileerd worden. Hoeveel invloed heeft dit op met name de temperatuur en de luchtvochtigheid in de afdeling?

De verwachting is dat er een verschil in parameters zal zijn bij een verschil in ventilatiehoeveelheid tussen de afdelingen. Frisse lucht lijkt een positieve invloed op dieren te hebben, maar kou en tocht kunnen contraproductieve effecten teweegbrengen (Houwers, Vermeer, & Bokma, 2014). Dit zou dan terug te zien zijn in de verminderde toename van spek op de zeugen en een lager gewicht van de geboren biggen. Aan de andere kant geeft frisse lucht (met minder CO₂ en NH₃) een beter effect op groei van varkens (Stal van de toekomst, 2019).

- Wat is het effect op de spekdikte-ontwikkeling van de zeug bij verschillende afdelingstemperaturen?

De zeugen van de meetgroep verblijven in een omgeving die kouder is ingesteld dan de temperatuur van de omgeving van de controlegroep. Door de zeugen spekdikte te meten en nogmaals circa 3 dagen voor de geboortedag van hun biggen, kan worden bepaald hoeveel de spekaanzet is en het verband met de afdelingstemperatuur.

- Hoe verschillen de toomgewichten en de spreiding tussen de 3 lichtste en 3 zwaarste biggen binnen de toom tussen de twee groepen?

De twee groepen biggen die gewogen worden zijn afkomstig van een controle- en een meetgroep. De zeug is de meetunit. De controlegroep heeft van 4 tot 15 weken dracht geleefd in een omgeving met een bepaalde waarde van temperatuur, CO₂, NH₃ en RV% en de meetgroep idem dito. Door de

biggen te wegen bij geboorte zal duidelijk worden welke verschillen er zijn in geboortegewicht en spreiding van gewicht van de biggen tussen de groepen.

De doelstelling van dit onderzoek is om aan te tonen wat voor effect stalklimaat bij de dragende zeugen heeft op het geboortegewicht van de biggen. Stalklimaat wordt in dit geval gemeten op basis van temperatuur, CO₂, NH₃, RV%. De metingen zijn realtime en bij het wegen van de biggen wordt gekeken naar het stalklimaat waarin de zeug zich heeft bevonden gedurende de laatste 11 weken van de dracht. Dit kan in de controle- of de experimentele groep zijn.

De resultaten van dit onderzoek dragen bij aan een betere bedrijfsvoering op het gebied van stalklimaat door een varkenshouder. Een beter stalklimaat draagt bij aan een betere toom biggen. Dit kan zorgen voor minder sterfte in de kraamstal en gezondere biggen die op latere leeftijd gezondere vleesvarkens zijn. Hierdoor zullen de dieren efficiënter met hun voeding omgaan en minder medicijnen nodig hebben. Bij een beter klimaat in de stal, zal het voor de varkenshoud(st)er en medewerk(st)ers een prettiger werkomgeving zijn. Een beter klimaat in de stal zal zorgen voor minder uitstoot naar buiten. Deze factoren zorgen samen voor een duurzamere varkenshouderij.

In hoofdstuk 2 wordt de aanpak van het onderzoek weergegeven en er wordt besproken welke manier van meten wordt gebruikt en hoe dit wordt uitgevoerd op het bedrijf. Hierna volgt in hoofdstuk 3 een beschrijving van de resultaten van de onderzoeksvragen en daarna volgt in hoofdstuk 4 een discussie over de gevonden resultaten. Hoofdstuk 5 tenslotte geeft een conclusie en enkele aanbevelingen voor verder onderzoek.

2 Materiaal en methode

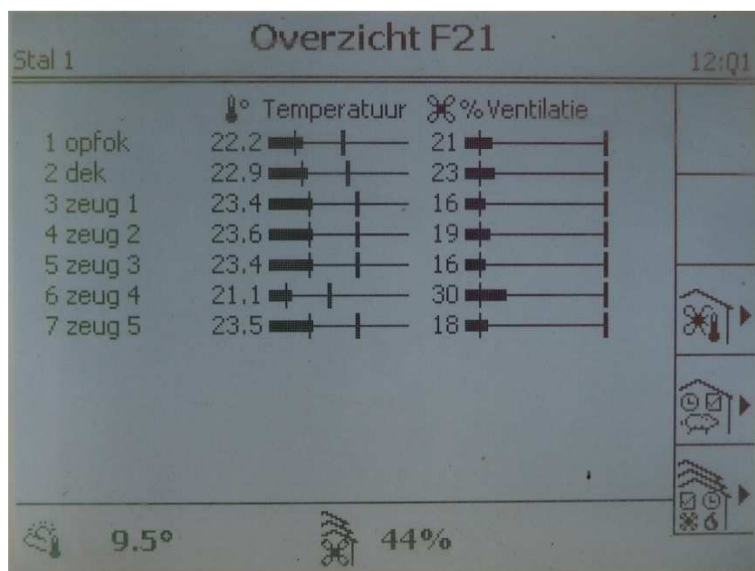
De methode die gevolgd is, is grotendeels volgens het plan van aanpak dat in het vooronderzoek beschreven is. De materialen die gebruikt zijn waren eveneens identiek. Er zijn enkele wijzigingen van het oorspronkelijke plan van aanpak.

-Er is voor de analyse gebruik gemaakt van het analyseprogramma JASP en Microsoft Excel voor het maken van draaitabellen.

-De correctie op biggewicht is niet volgens de methode van Rehfeldt & Kuhn (2006), gedaan, maar als volgt: De gewichten van de 3 lichtste en 3 zwaarste biggen zijn van het totaal toomgewicht af gehaald en het gemiddelde is bepaald door dat gewicht te delen door (n-6).

De volgende deelvragen met hun methode zijn hier beschreven:

- Wat is het verschil in stalklimaatparameters tussen beide groepen?



Figuur 5: Zichtbare verschillen in ventilatieniveaus tussen afdeling 3 en 4. Eigen afbeelding.

De begintemperatuur ventilatie van de afdelingen verschilt 3 graden. Gedurende het onderzoek is afgelezen uit de grafieken wat het verschil was tussen de stalklimaatparameters bij dit verschil in ventilatieniveau. De gegevens zijn verwerkt in Microsoft Excel en er zijn in analyseprogramma JASP verbanden gezocht.

- Hoe is de invloed van het buitenklimaat (temperatuur en luchtvochtigheid) op de gemeten stalklimaatparameters?

De meting van temperatuur van de buitenlucht wordt constant verversd door gegevens op te halen van een weerstation in de nabijheid van Ruinerwold. Hier is ook de meting van luchtvochtigheid aan toegevoegd. Op deze manier kon per gewenste periode afgelezen worden wat de invloed van het buitenklimaat was op de klimaatparameters in de afdelingen.

Zo is onderzocht of een periode van extreme kou (of hitte) buiten, invloed had op het gewicht van de geboren biggen. Hiervoor was de meetperiode voor dit onderzoek echter te kort. (het heeft enkel in de winter en lente plaatsgevonden). De gegevens zijn in Excel gezet en daarnaast in JASP en op deze manier zijn er verbanden gezocht.

- Wat is het effect op de spekdikte-ontwikkeling van de zeug bij verschillende afdelingstemperaturen?

Bij de zeugen is spekdikte gemeten met een ultrasoon spekdikte meetapparaat, deze meet 3 lagen spek. De meeste zeugen hebben 2 lagen spek, deze worden opgeteld en weergegeven in millimeter (Renco corporation, z.d.). De verschillen in hoeveelheid spekaanzet per groep zijn geanalyseerd. Het gaat om het verband tussen afdelingstemperatuur en spekaanzet in de drachtperiode van 5-15 weken dracht.

- Hoe verschillen de toomgewichten en de spreiding tussen de 3 lichtste en 3 zwaarste biggen binnen de toom tussen de twee groepen?

Het onderzoek is uitgevoerd met 84 zeugen en 1575 biggen en is gewogen per complete toom inclusief doodgeboren biggen. De zeugen hadden een gemiddelde pariteit van 4,3. Er waren zeugen bij die voor de 2^e keer wierpen en zeugen die voor de 10^e keer wierpen. De 1^{ste} worps zeugen zijn niet meegenomen in het onderzoek, deze bevinden zich in een aparte afdeling op het bedrijf. Er is daarom geen onderscheid gemaakt in pariteit, omdat met name de 1^{ste} worps afwijken van toomgewicht. Zij zijn nog niet volgroeid en geven daarom lichtere biggen dan oudere zeugen (Willems, 2017).

De biggen die gewogen zijn, zijn geboren uit zeugen die voor 50% uit de controlegroep en 50% uit de proefgroep kwamen. De zeugen op het bedrijf worden gedekt in de dekstal, waar ze 5 dagen verblijven. Na deze periode komen zij in een wachtgroep, waar ze verblijven totdat de embryo's voldoende ontwikkeld zijn. Tijdens het onderzoek gingen de zeugen na 4 a 5 weken, als zij drachtig getest waren, naar afdeling 3 of 4. De weekgroep werd telkens verdeeld, zodat er wekelijks wegingen mogelijk waren van dieren van de controle- en de proefgroep. Zo kon beïnvloeding van buitenklimaat geen invloed hebben op verschillen tussen de groepen. Deze buitencondities waren voor beide groepen in een bepaalde week immers gelijk.

Het voerniveau was voor alle zeugen gelijk. Op het bedrijf wordt bij een extreem magere of vette zeug het niveau aangepast, maar deze zeugen zijn niet meegenomen in het onderzoek. Het voerniveau vanaf 5 weken dracht tot aan werpen lag op 2,75 kilo per zeug per dag.

Op het bedrijf komen de zeugen komen ca. 1 week voor het werpen in de kraamstal. Er was dus een verschil in stalklimaat voor de groepen tijdens hun drachtigheidsperiode van 5 tot 15 weken dracht. Gedurende 10 weken hebben zij geleefd in verschillende stalklimaatomstandigheden.

De wegingen vonden plaats direct na de geboorte. Een sterk big zal sneller melk drinken en dus minder afvallen, dan een lichte big (Quinn & Morrison, 2017). Met de praktijkproef wilde men echter onderzoeken wat het stalklimaat in de zeugenstal voor invloed heeft op de geboortegewichten, dus wanneer de biggen nog geen biest hebben gedronken.

In de praktijk is dit vrijwel onmogelijk (gedacht moet worden aan zeugen die 's nachts biggen).

Daarom is getracht alle biggen rond dezelfde tijd na geboorte te wegen. Een goede maatstaf was om

te beginnen met wegen nadat het laatste big geboren was. Dit is wanneer alle nageboorte uit de zeug is gekomen. De gehele toom is gewogen, inclusief de doodgeboren biggen. Gemummificeerde biggen zijn niet meegenomen, deze zijn immers in een vroeg stadium overleden in de baarmoeder.

De gewichten zijn in het analyseprogramma JASP verwerkt, in combinatie met Excel. Er zijn draaitabellen gemaakt en er zijn ANOVA (analysis of variance) tests gedaan om de F-waarde en de significantie (P) te bepalen.

De correctie op biggewicht is niet volgens de methode van Rehfeldt & Kuhn (2006), gedaan, maar als volgt: $(\text{Totaal gewicht} - 3 \text{ zwaarste} - 3 \text{ lichtste}) / (\text{totaal geboren} - 6) \times 1000$ om een correctie op toomgrootte te krijgen.

Controlegroep

In afdeling 3 van de zeugenstal zijn 46 zeugen gehuisvest. De klimaatinstellingen zijn als volgt ingesteld in oktober 2019

Begin temp. ventilatie: 20
Minimumventilatie: 10 %
Bandbreedte: 6 graden
Temperatuur invloed: 1.5 graden

Proefgroep

In afdeling 4 van de zeugenstal zijn eveneens 46 zeugen gehuisvest. De klimaatinstellingen zijn als volgt ingesteld in oktober 2019

Begin temp ventilatie: 23
Minimumventilatie: 10 %
Bandbreedte: 6 graden
Temperatuur invloed: 1.5 graden

De slimme meters zijn geplaatst net boven het bereik van de zeug. De zeugen lopen los in groepen met boxen met uitloop. De afgewerkte lucht wordt via een ventilatiebuis van 50cm doorsnede afgevoerd naar het afvoerkanaal. De luchtstroom wordt gemeten door een meetwaaier. De gegevens worden in de klimaatcomputer verwerkt en deze stuurt een signaal terug naar de diafragma kleppen. Deze kunnen open en dicht gezet worden door de computer, om zo het ventilatieniveau te sturen.

De frisse lucht komt binnen via een zogenaamd “eierdopjesplafond” dit zijn gaten in de vorm van een eierdoos, waarin een gaatje met een diameter van 5mm zit. 50% van het plafondoppervlakte is doorlatend via dit plafond (zie foto).



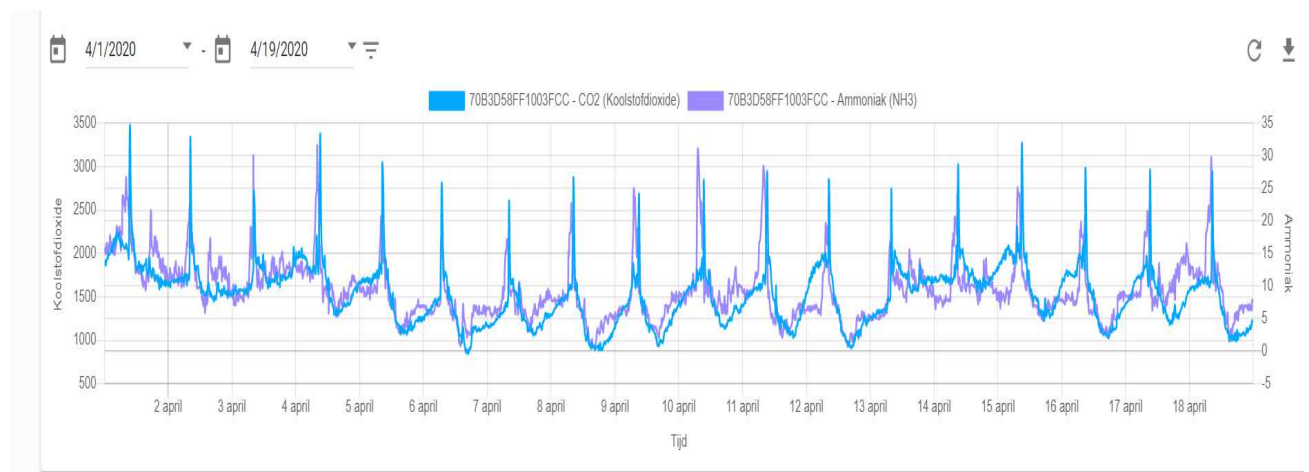
Figuur 6: Impressie van de zeugenafdeling met hierbij de slimme meters voor temperatuur, CO₂, NH₃, RV%.
Eigen foto.

3 Resultaten

3.1 Overzicht en bijzonderheden

De gegevens zijn verzameld in Excel werkbladen. Hiervan zijn draaitabellen gemaakt. In de analyse programma's S.P.S.S. (Statistical Package for the Social Sciences) en JASP zijn 1-weg ANOVA testen uitgevoerd.

Er zijn elke dag pieken in de metingen van CO₂ en NH₃ waargenomen (zie figuur 7) in beide groepen. De reden is dat op dat tijdstip de zeugen werden gevoerd. Dit geeft veel beweging van de lucht en levert een tijdelijke piek van gehalten op.



Figuur 7: Overzicht CO₂ en NH₃ metingen afdeling 4 (meetgroep) periode 1-4 tot 19-4. Overgenomen uit "Slimme stal overzicht" van Slimme Stal, 2020.

3.2 Verschil in stalklimaatparameters tussen beide groepen

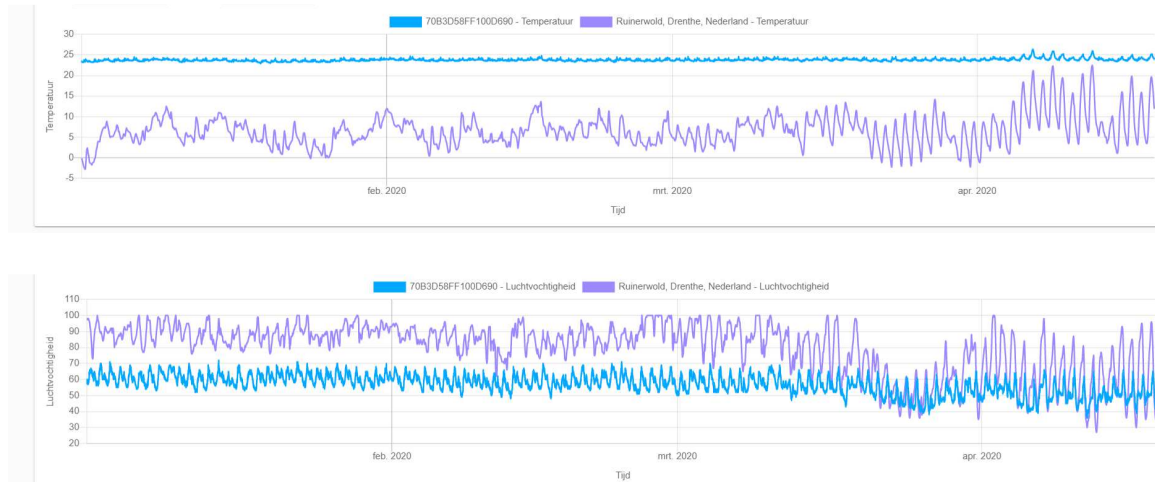
In oktober zijn de klimaatinstellingen op de klimaatcomputer aangepast. In hoofdstuk 2 is af te lezen welke instellingen zijn gedaan. De metingen (elke 10 minuten gaven de meters gegevens door) vanaf december tot en met april zijn in Excel en JASP ingegeven om te kunnen beoordelen wat de verschillen in parameters zijn. In tabel 6 wordt weergegeven wat de verschillen waren in parameters tussen de afdelingen.

Tabel 6: Verschillen parameters tussen beide groepen.

	Temperatuur afd. 3	Temperatuur afd. 4	Luchtvochtigheid (%) afd. 3	Luchtvochtigheid (%) afd. 4	CO ₂ (Koolstofdioxide) (ppm) afd. 3	CO ₂ (Koolstofdioxide) (ppm) afd. 4	Ammoniak (NH ₃) (ppm) afd. 3	Ammoniak (NH ₃) (ppm) afd. 4
Aantal metingen	14717	14717	14717	14717	14717	14717	14717	14717
Gemiddelde	23.71	21.37	58.19	54.25	2602.57	1905.09	22.94	12.02
Minimum	22.80	20.60	38.00	32.00	1582.00	1179.00	-	-
Maximum	24.80	22.90	72.00	69.00	5176.00	4343.00	53.00	36.00

3.3 Invloed van het buitenklimaat op de gemeten stalklimaatparameters

Er zijn gegevens verzameld van een weerstation waarbij de temperatuur en de luchtvochtigheid van de buitenlucht elke 10 minuten is gemeten. (figuur 8) Deze zijn naast de gemeten parameters van zowel de meet- als de controlegroep gezet en op deze manier is een correlatie gevonden.



Figuur 8: Overzicht temperatuur en RV% metingen controle- en meetgroep periode jan-mei.
Overgenomen uit *"Slimme stal overzicht"* van Slimme Stal, 2020.

3.4 Effect op de spekdikte van de zeug bij verschillende afdelingstemperaturen

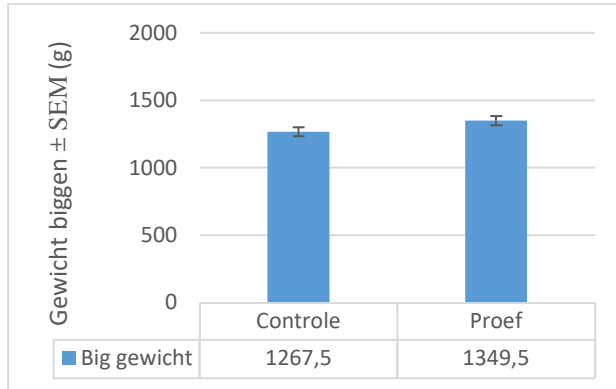
De spekdiktes zijn gemeten bij 4 weken dracht en bij 15 weken dracht verdeeld over zeugen in de meetgroep (n=36) en zeugen in de controlegroep (n=34). De meetgroep had een gemiddelde beginmeting van 12,18 mm en de controlegroep een gemiddelde beginmeting van 11,31 mm. Aan het eind van de drachtperiode had de meetgroep een gemiddelde van 14,68 mm (groei 2,50 mm) en de controlegroep een gemiddelde van 14,25 mm (groei 2,94 mm). Er is een verschil gemeten ($P=0,203$) tussen de twee groepen. Omdat $p>0,1$ is het niet significant. Er is dus iets meer spekaanzet bij de zeugen in de koudere afdeling. In bijlage II wordt het resultaat van deze toets weergegeven.

3.5 Verschillen toomgewichten en de spreiding biggewichten

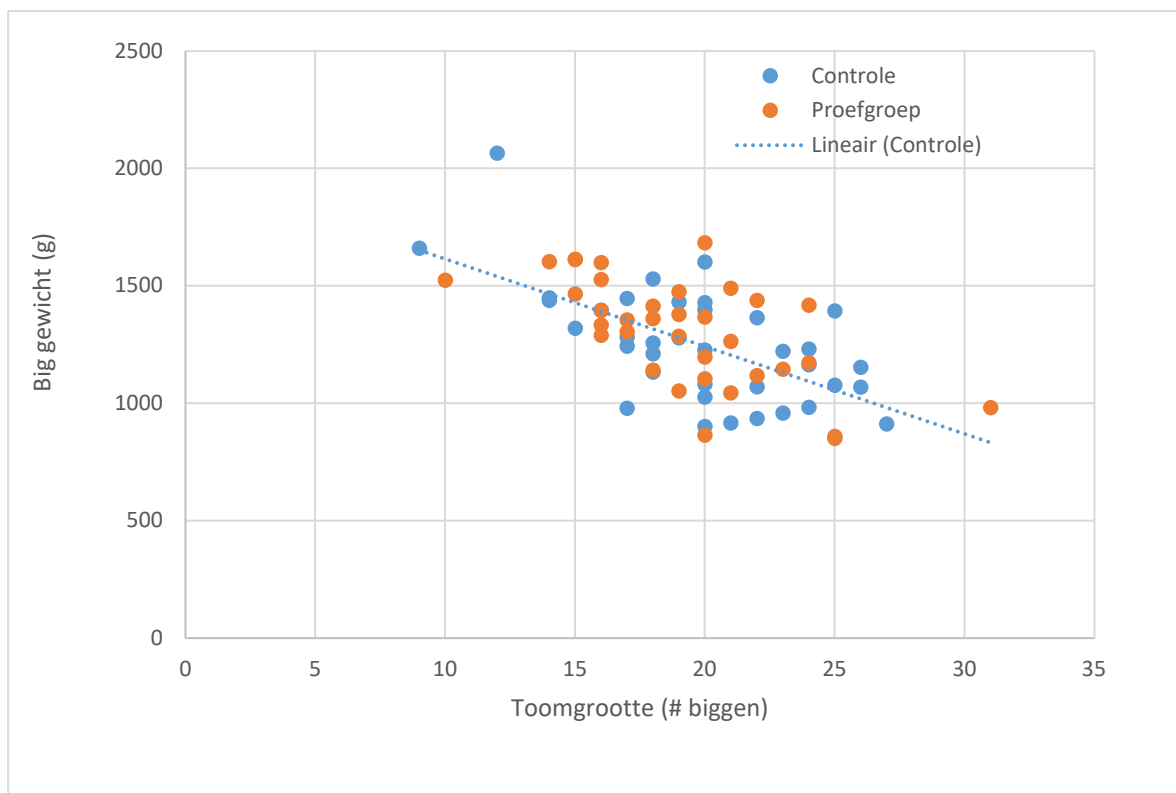
De gewichten van de big zijn als volgt berekend:

$(\text{Totaal gewicht} - 3 \text{ zwaarste} - 3 \text{ lichtste}) / (\text{totaal geboren} - 6) \times 1000$ om een correctie op toomgrootte te krijgen. Daaruit komt onderstaande staafdiagram (tabel 7).

Tabel 7: Gecorrigeerd gewicht biggen controle- en proefgroep.



Van de controle en de proefgroep is een relatie gezocht tussen de biggewichten en de toomgrootte. Dit is in onderstaande puntgrafiek (figuur 9) weergegeven. Hier is te zien dat bij een toenemend aantal biggen per toom, het individuele biggewicht daalt.



Figuur 9: Verband tussen biggewicht en toomgrootte beide groepen.

Bij beide groepen was het totaal gewicht van de toom gelijk (24,1 kilo) echter het aantal geboren biggen per toom verschilde 1,2 big in het voordeel van de controlegroep. De ANOVA test op het aantal geboren geeft een P-waarde van 0,22. De P-waarde op het totaal toomgewicht geeft een P-waarde van 0,33 (zie bijlage II). Tabel 8 geeft de gemiddelde waardes van beide groepen weer.

Tabel 8 : Gemiddelden van beide groepen.

	Controlegroep	meetgroep
Gemiddelde van totaalgeboren	19,6	18,4
Gemiddelde van totaalgewicht	24,1	24,1
Gemiddelde van lichtstedrie	2,7	3,1
Gemiddelde van zwaarstedrie	4,9	5,1
Gecorrigeerd gemiddelde van biggewicht	1267,5	1349,5

4 Discussie

De doelstelling van dit onderzoek is om aan te tonen wat voor effect stalklimaat bij de dragende zeugen heeft op het geboortegewicht van de biggen. De metingen waren realtime (elke 10 minuten) en daardoor zeer accuraat. Er waren tijdens het voeren pieken in de gehalten van NH₃ en CO₂. Hoewel dit maar van heel korte duur was, bemoeilijkt het de beoordeling op significantie. De pieken waren wel aanwezig bij beide groepen, tijdens het voeren.

Hoewel geen onderdeel van het onderzoek, blijkt uit figuur 9 dat het gewicht van de individuele big afneemt naarmate de toomgrootte toeneemt. Dit sluit aan bij de literatuur (Rehfeldt & Kuhn, 2006).

De resultaten van dit onderzoek kunnen bijdragen aan een betere bedrijfsvoering op het gebied van stalklimaat door een varkenshouder.

De verschillen in temperatuur tussen de groepen bleken de instellingen van de klimaatcomputer exact te volgen. Dit is in de winter gemakkelijker dan in de zomer, omdat dan de temperaturen hoger zijn en de afdelingstemperatuur niet veel kouder kan worden dan de buitentemperatuur. Daarom zal de afdeling die is ingesteld op een begintemperatuur van 20 graden 's zomers relatief vaker "te warm" zijn dan de andere afdeling die is ingesteld op 23 graden. Voor de proefperiode kon de ventilator de lijn zeer stabiel houden, zowel 's nachts als overdag. Er zijn ook geen koude periodes geweest, waardoor de minimumventilatie nooit gehaald is. Voor de proef was het een 'ideale winter'.

Er is harder geventileerd in de meetafdeling. In lijn met de literatuur blijkt dat in deze afdeling de temperatuur niet buiten de comfortzone van de zeug is geweest (Van 't Klooster et al., 1989, p.42). Echter lijkt er minder spekaanzet te zijn bij de zeugen in de koudere afdeling. Een verklaring zou kunnen zijn dat er waarschijnlijk meer energie gebruikt is om warm te blijven. Verder onderzoek is nodig om te bepalen of dit komt door het verschil in temperatuur, of dat het komt omdat de zeugen in de meetgroep ook meer spek hadden bij de start, wat berust op toeval.

De parameters CO₂ en ammoniak waren lager in de afdeling met meer ventilatie. Dit is te verklaren omdat er meer verse lucht wordt aangevoerd. Voor een nog betrouwbaarder onderzoek op invloed van CO₂ en NH₃ op de zeug, zouden deze apart verhoogd of verlaagd moeten kunnen worden. Nu gingen de waardes van zowel NH₃ als CO₂ omlaag als er meer geventileerd werd.

Buitenklimaat heeft invloed op de stalklimaatparameters in de stal (Van Gansbeke, Van den Bogaert, & Vettenburg, 2009). De temperatuur buiten was tijdens de meetperiode laag (winter) waardoor de ventilator zelfs in de koudst ingestelde afdeling de gewenste temperatuur goed kon halen. Daarom was de temperatuursgrafiek heel stabiel, waaruit geconcludeerd kan worden dat ventilatoren en meetwaaiers werken naar behoren.

De metingen zijn gedaan in de periode waarin het grotendeels winter was. In de zomer echter, is het buiten vele malen warmer en blijkt uit ervaring dat het dan veel lastiger is om de gewenste temperatuur te halen. Dan zou het kunnen dat in de afdeling waarin de ventilatienorm hoger staat ingesteld, de zeugen toch vaker buiten hun comfortzone komen (zie figuur 4: Kritieke temperatuur varkens in relatie tot omgevingsfactoren). Dit kan effect hebben op de toom biggen (Dopharma, 2019). Ook kunnen de verschillen in RV%, NH₃ en CO₂ dan groter worden tussen beide groepen,

omdat de meetgroep dan niet, of slechts in de nacht, de gewenste (lagere) temperatuur bereikt, waardoor de verschillen in ventilatie nog meer toenemen dan bij dit onderzoek het geval was.

Het bleek dat de RV% niet veel verschilden tussen de afdelingen en daarnaast ook niet veel van de buiten RV%. Bij de groep met meer ventilatie was er iets minder vocht in de afdeling.

Er werd verwacht dat de zeugen in de koudere afdeling, minder spek zouden aanzetten, omdat meer energie naar het warmhouden van het lichaam zou gaan. Dit blijkt zo te zijn, waarbij P is 0,203. Echter was er ook een verschil tussen de groepen bij de eerste meting ($P=0,134$). De groei van spek bij de meetgroep (de koudere afdeling) was wel lager (2,5 mm) dan de groei van spek bij de controlegroep (2,94), terwijl zij bij de start een dikkere speklaag hadden (12,18 tegenover 11,31). Er is meer spekaanzet bij de zeugen in de koudere afdeling, dit kan komen omdat er meer energie naar het warm houden van het lichaam gaat. Meer onderzoek is hiervoor nodig.

Uit de proef blijkt geen verklaarbaar verschil tussen prestaties op gebied van toomgewicht ($p=0,33$), echter uit de literatuur (Jones, Burgess, Webster, & Wathes, 1996) blijkt wel dat dieren zich prettiger voelen bij lagere concentraties ammoniak.

Uit onderzoeken op humaan gebied blijkt het effect aanwezig van een te hoog CO₂ gehalte op denkvermogen en fysieke gesteldheid (Satish et al., 2012). Aangenomen mag worden dat dit ook voor een varken geldt. Aanvullend onderzoek op de effecten van NH₃ en CO₂ is nodig. Aan te raden is om te meten met een gelijkblijvend ventilatieniveau, waarbij NH₃ en CO₂ apart in de afdeling gebracht kunnen worden, om beter het effect te kunnen meten van de individuele parameters. Bij een praktijkbedrijf als dat van Geijssels is dat niet wenselijk om bedrijfseconomische schade te voorkomen. Er zijn nu goed verschillen tussen de afdelingen gevonden qua gehalten RV%, NH₃ en CO₂, maar dat is het meest te wijden aan een hardere ventilatie.

De verwachting was dat de zeugen die verbleven in een omgeving met lagere waarden van CO₂ en NH₃, zwaardere biggen ter wereld zouden brengen, omdat zij in gezondere lucht leven. De uitkomst is dat er geen significant verschil is. Een mogelijke verklaring is dat de verschillen in gehalten toch te klein zijn gebleken. Beide afdelingen bleven buiten de waarden voor zowel NH₃ als RV% die in de literatuur als schadelijk worden gezien (van 't Klooster, 1989). Ook de maximaal aanvaardbare waarde van CO₂ werd niet overschreden (Vermeer et al., 2017).

5 Conclusie en aanbevelingen

Sterfte van biggen in de kraamstal is een item dat hoog op de maatschappelijke en politieke agenda staat. Goede en sterke biggen zijn de basis voor een grotere overlevingskans. De knoppen waar aan gedraaid kan worden om de sterkte van de biggen te beïnvloeden, bevinden zich onder meer op het gebied van stalklimaat. Stalklimaat is onder te verdelen in meerdere parameters, waar naast temperatuur, ook de luchtvochtigheid, ammoniak en koolstofdioxide een rol spelen.

Onderzoek naar de invloeden van deze parameters op de zeug en hun toom biggen, is de reden van dit onderzoek. Kan de varkenshouder aan de knoppen van deze stalklimaatparameters draaien en zo zorgen voor betere prestaties van de zeug?

Het aantal biggen dat geboren wordt, wordt bepaald in de eerste vier weken van de dracht. Hier is het belangrijk om een hoog voerniveau te geven, waardoor de zeug zich herstelt van de vorige worp en weer spek aan kan zetten. De innesteling van de embryo's moet optimaal plaatsvinden, zonder stress. Stress door een verkeerd stalklimaat kan ook hier een grote rol spelen.

Na deze vier weken zijn in dit onderzoek de zeugen verdeeld in twee groepen. De verschillen tussen de groepen waren 3 graden Celsius in temperatuur, met een hoger CO₂ en ammoniakgehalte in de controlegroep.

Er waren aanzienlijke verschillen, maar niet buiten de norm uit de literatuur die geldt voor CO₂ en ammoniak. De luchtvochtigheid was bij beide afdelingen redelijk gelijk, met een iets vochtiger lucht in de controlegroep.

Het buitenklimaat heeft invloed op het klimaat in de stal. Hoe vochtiger het buiten is, hoe vochtiger het in de afdeling is. De temperatuur kon in de stal op goed niveau gehouden worden, omdat het buiten redelijk stabiel weer was. Er waren geen extreme koude periodes.

De zeugen in de proefgroep leken minder spek aan te zetten dan de zeugen in de controlegroep. De gedachte is dat zij vanwege de koudere temperaturen meer energie verbruikten om het lichaam warm te houden. Dit is niet bewezen en nader onderzoek is aanbevolen.

De uiteindelijke conclusie van het onderzoek is dat de gewichten van tomen niet significant verschillen tussen beide groepen. De zeugen leven niet buiten hun comfortzone wat temperatuur aangaat, dus gebruiken geen extra energie die ten kosten gaat van hun biggen. Zoals aangegeven is er wel iets minder spek aangezet bij de meetgroep, maar dit berust op een waarschijnlijk toeval. De spreiding in gewichten tussen de tomen van beide groepen verschilt ook niet significant.

Concluderend hebben de twee verschillende stalklimaatparameters die zijn ingesteld voor het onderzoek op het bedrijf geen invloed op het gewicht van de geboren biggen.

Een van de aanbevelingen is om grotere verschillen te creëren dan de drie graden in temperatuur die nu waren ingesteld. Ook zou het aan te bevelen zijn om een goed beeld te krijgen per parameter, om het verschil hierin apart te creëren. Dat wil zeggen dat bij beide groepen alle waardes gelijk blijven, terwijl de gehalten van CO₂, NH₃ en de luchtvochtigheid apart verhoogd en verlaagd worden gedurende langere tijd. Zo kan de invloed van elke parameter apart worden onderzocht. Dit is op een praktijkbedrijf niet gewenst, vanwege mogelijke negatieve gevolgen op de biggenproductie, maar

zou op een testbedrijf moeten plaatsvinden. Met de meters van tegenwoordig kunnen de waardes realtime worden uitgelezen en worden geanalyseerd.

Een andere aanbeveling is onderzoek te doen naar de lange termijn gevolgen voor de big. Er is nog weinig bekend wat de invloeden van de verschillende parameters voor gevolgen hebben op de biggen en hun verdere leven. Kan een (te) hoog gehalte CO₂ of ammoniak in de zeugenstal, invloed hebben op de ontwikkeling van bijvoorbeeld hersenen en het zenuwstelsel van de big in de baarmoeder? Dit heeft dan weer invloed op de groeicapaciteit en de voederconversie, wat voor de vleesvarkenshouder weer van groot belang is.

Slimme meters bieden een extra gereedschap voor de varkenshouder om te monitoren wat er in de stal gebeurt. De normen voor temperatuur, RV%, NH₃ en CO₂ zijn bekend, dus is het zaak om binnen de grenzen te blijven. Door constante monitoring kan dit tegenwoordig geborgd worden, waar dit vroeger niet mogelijk was. Aanbevolen wordt om de interpretatie van de gegevens in samenwerking met een klimaatspecialist en een installateur uit te voeren. De klimaatcomputer regelt nu alles nog puur op temperatuur, maar kan in combinatie met slimme meters ook sturen op andere parameters. De temperatuur mag dan goed zijn, als de andere waardes te hoog zijn, zal er meer geventileerd moeten worden, eventueel met bijverwarming om te koude temperaturen te voorkomen.

Pieken van de gehalten NH₃ en CO₂ waren er met name tijdens de voerbeurten. Dit was vooraf niet bekend maar is een opvallend resultaat die uit de metingen voortkwam. De varkenshouder of personeelsleden zijn juist dan dagelijks aanwezig in de afdeling. Voor de zeug heeft het maar een minimaal effect omdat het na korte tijd weer op normaal niveau is en zijn leven korter is dan dat van de mens. Voor de persoon betekent het echter jarenlang dagelijks verblijven in een ruimte met een hoog niveau van NH₃ en CO₂. Verder onderzoek naar (praktische) mogelijkheden om juist op dat moment voor frisse lucht te zorgen, is nodig.

Bronnenlijst

- Agrisyst. (2018). *Agrisyst Pigexpert Kwartaalmonitor* [Databestand]. Weert: Agrisyst B.V.
- Atrian, P., & Shahryar, H. A. (2012). Heat stress in dairy cows. *Research in Zoology*, 4, 31-37. doi:10.5923/j.zoology.20120204.03
- Cornelissen, J. (2011). Dragende zeug mag eten voor twee. *Pigbusiness*, 6, 20-23. Geraadpleegd op 15 september 2019, van <https://edepot.wur.nl/249272>
- Dopharma (2019). *Hittestress*. Geraadpleegd op 16 november 2019, van <https://www.dopharma.nl/technical-support/hittestress-2/>
- Fancom.(2001). *Gebruikershandleiding Fancom Fcta*. [Gebruikershandleiding]. Geraadpleegd op 20 oktober 2019, van <https://docplayer.nl/8789548-Fcta-gebruikershandleiding-versie-e1.html>
- For Farmers. (2015). Extra inzicht met vernieuwde bigvitaliteitscheck. *Voertaal Varkens*, 2, 1-6. Geraadpleegd op 16 januari 2020, van https://issuu.com/forfarmers/docs/voertaal_varkens_2015_nr.2
- Foxcroft, G. R. W. T., Dixon, M. K., Dyck, S., Novak, J. C., & Harding, F. C. (2009). *Prenatal programming of postnatal development in the pig*. Edmonton: Swine Reproduction-Development Program, Swine Research & Technology Centre, University of Alberta. Geraadpleegd op 25 december 2019, van <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19848290>
- Hannson, I., Hamilton, C., Ekman, T., & Forslund, K. (2000). Carcass quality in certified organic production compared with conventional livestock production. *Journal of Veterinary Medicine*, 47, 111-120. doi:10.1046/j.1439-0450.2000.00313.x
- Houwers, H. W. J., Vermeer, H. M., & Bokma-Bakker, M. H. (2014). *Beheersing klimaatrisico's in de biologische varkenshouderij: een kwestie van vakmanschap*. Wageningen: Livestock Research.
- Hoving, L. L., van der Peet-Schwering, C. M. C., Dirx-Kuijken, N. C. P. M. M., & Soede, N. M. (2010). *Voeding tijdens de vroege dracht: effecten op reproductie en lichaamsontwikkeling van jonge zeugen*. Wageningen: Livestock Research.
- Hulsegge, M. (2018). *De invloed van het stalklimaat en longletsels bij vleesvarkens*. (Masterproef). Diergeneeskunde, Universiteit Gent, Gent.
- Huynh, T.T.T. (2005). *Heat Stress in Growing Pigs*. Wageningen: Institute of Animal Science.
- Jones, J.B., Burgess, L.R., Webster, A.J.F., & Wathes, C.M. (1996). Behavioural responses of pigs to atmospheric ammonia in a chronic choice test. *Animal Science*, 63, 437-445. doi:10.1017/S1357729800015332

- Kajtar L., Herczeg L., Lang E., Hrustinszky T., & Banhidi L. (2006). Influence of carbon-dioxide pollutant on human well-being and work intensity. *Environmental Health Perspectives*, 120. doi: 10.1289/ehp.1104789
- Kijlstra, A., & Eijck, I. A. J. M. (2006). *Animal health in organic livestock production systems: a review*. Wageningen: Journal of life Sciences.
- Kim, K. Y., Ko, H. J., Lee, K. J., Park J.B., & Kim, C.N. (2005). Temporal and spatial distributions of aerial contaminants in an enclosed pig building in winter. *Elsevier*, 99, 150-157. doi:10.1016/j.envres.2004.10.004
- Klimaatplatform Varkenshouderij (2014). *Richtlijnen klimaatinstellingen*. Geraadpleegd op 12 februari 2020 van https://www.wur.nl/upload_mm/d/e/9/2156ebbe-3618-457a-ae50-48736949e888_RICHTLIJNEN%20klimaatinstellingen%20augustus%202014.pdf
- Kroneman, A. (1992). *Klauwgezondheid bij varkens*. Rosmalen: Proefstation voor de Varkenshouderij.
- Mirt, D. (1999). Lesions of so-called flank biting and necrotic ear syndrome in pigs. *Veterinary Record*, 144, 92-96. doi:10.1136/vr.144.4.92
- Morrison, S. R., Heitman, H., & Bond, T. E. (1969). Effect of humidity on swine at temperatures above optimum. *International Journal of Biometeorology*, 13, 135-139. doi:10.1007/BF01552734
- Parker, M.O., O'Connor, E.A., McLeman, M.A., Demmers, T.G.M., Lowe, T.C., Owen, R.C., . . . Abeyesinghe, S.C. (2010). The impact of chronic environmental stressors on growing pigs. *Cambridge University Press*, 4, 1910-1921. doi:10.1017/S1751731110001084
- Prime, G. R., & Symonds, H. W. (1993). Influence of plane of nutrition on portal blood flow and the metabolic clearance rate of progesterone in ovariectomized gilts. *The Journal of Agricultural Science*, 121, 389-397. doi:10.1017/S0021859600085580
- Quiniou, N., Dagorn, J., & Gaudré, D. (2002). Variation of piglets' birth weight and consequences on subsequent performance. *Livestock Production Science*, 78(1), 63-70. doi: 10.1016/S0301-6226(02)00181-1
- Quinn M. E., & Morrison R. S. (2017). Piglet birth weight is related to time to first walk after birth. *Animal Production Science* 57, 2453-2453. doi:10.1071/ANv57n12Ab012
- Rehfeldt, C., & Kuhn, G. (2006). Consequences of birth weight for postnatal growth performance and carcass quality in pigs as related to myogenesis. *Journal of Animal Science*, 84, 113-123. doi:10.2527/2006.8413_supplE113x
- Renco Corporation.(z.d.). *Renco lean-meater*. Geraadpleegd op 16 december 2019, van <https://www.rencocorp.com/product/lean-meater/>
- Renggaman, A., Choi, H. L., Sudiarto, S. I. A., Alasaarela, L., & Nam, O. S. (2015). Development of pig welfare assessment protocol integrating animal-, environment-, and management-based measures. *Journal of Animal Science and Technology*, 57, 1-11. doi:10.1186/s40781-014-0034-0

- Rural Chemical Industries. (2019). *Temperature and humidity index for pigs* [afbeelding]. Geraadpleegd op 18 januari 2020, van <https://www.heatstress.info/LostProduction/Wherefarmedanimalsbirdsaremostcomfortable/PigTHI.aspx>
- Satish, U., Mendell, M. J., Shekhar, K., Hotchi, T., Sullivan, D., Streufert, S., & Fisk, W. J. (2012). Is CO₂ an indoor pollutant? Direct effects of low-to-moderate CO₂ concentrations on human decision-making performance. *Environmental health perspectives*, 120(12), 1671-1677. doi: 10.1289/ehp.1104789
- Schouten C.J. (2018). Dierenwelzijn [Kamerbrief]. Geraadpleegd op 8 oktober 2019, van <https://zoek.officielebekendmakingen.nl/kst-28286-991.html>
- Stal van de toekomst (z.d.). *Meten van emissieresultaten*. Geraadpleegd op 6 oktober, van <https://www.stalvandetoekomst.nl>
- Tao, Z., Xu, W., Zhu, C., Zhang, S., Shi, Z., Song, W., . . . Li, H. (2019). Effects of ammonia on intestinal microflora and productive performance of laying ducks. *Poultry science*, 98(5), 1947-1959. doi: 10.3382/ps/pey578
- Van Brenk, E. (2013). *De verschillen in geboortegewicht verklaard!* (Afstudeeropdracht). Dier- en Veehouderij, CAH Vilentum, Dronten.
- Vandersmissen, T. van Praet, W. Maes, D. Declerck, I. Decaluwe, R. Millet, S., . . . Martens, L. (2012). *Doodgeboren biggen en uitval bij de biggen op het moderne varkensbedrijf. Brochure uitgegeven door het consortium DGZ-Vlaanderen, PVL Bocholt, KH Kempen, Faculteit Diergeneeskunde van UGent, ILVO Dier, Hogeschool Gent en KU Leuven*. Geraadpleegd op 25 oktober 2019, van <http://www.diereninformatie.be/publicaties/>
- Van Gansbeke, S., van den Bogaert, T., & Vettenburg, N. (2009). *Ventilatie en klimaatbeheersing bij varkensstallen*. Brussel: Vlaamse overheid Departement Landbouw en Visserij Afdeling Duurzame Landbouwwontwikkeling.
- Van 't Klooster, C., Hendriks, H., Henken, A., van 't Ooster, A., van Ouwkerk, E., Scheepens, C., & van der Voorst, P. (1989). *Klimaat normen voor varkens*. Rosmalen: Proefstation voor de Varkenshouderij.
- Vermeer, H., & Hopster, H. (2017). Signaalindicatoren bij handhaving van "Open Normen" voor dierenwelzijn: pilot klimaat in varkensstallen. *Wageningen Livestock Research Rapport*, 1017, 1-44. doi: 10.18174/409283
- Vermeer, H., Plagge, J., Hoofs, A., Roelofs, P., & Spoolder, H. (2000). *Themaboek groepshuisvesting voor guste en dragende zeugen*. Wageningen: Livestock Research Group
- Vermeer, H. M., & Roelofs, P. F. M. M. (2007). Arbeid in de biologische varkenshouderij. *BioKenni bericht Varkensvlees*, 2, 1-4. Geraadpleegd op 8 november 2019, van <http://edepot.wur.nl/8789>
- Vitale Varkens (z.d.). *Ambities*. Geraadpleegd op 16 januari 2020, van <https://www.vitalevarkens.nl/vitale-varkens-/ambities>

- Wathes, C.M., Demmers, T.G.M., & Xin, H. (2003). Ammonia concentrations and emissions in livestock production facilities: Guidelines and limits in the USA and UK. *Iowa State University*, 7, 1-11. Geraadpleegd op 18 december 2019, van <https://core.ac.uk/download/pdf/38931759.pdf>
- Willems, A. (2017). *Het geboortegewicht bij biggen*. (Masterproef). Diergeneeskunde, Universiteit Gent, Gent.
- Wu, G., Bazer, F. W., Johnson, G. A., Herring, C., Seo, H., Dai, & Wang, X. (2017). Functional amino acids in the development of the pig placenta. *Department of Animal Science University of Texas*, 84(9), 870-882. doi: 10.1002/mrd.22809
- Xiong, Y., Meng, Q., Gao, J., Tang, X., & Zhang, H. (2017). Effects of relative humidity on animal health and welfare, *Journal of Integrative Agriculture*, 16, 1653-1658. doi: 10.1016/S2095-3119(16)61532-0

Bijlagen

Bijlage I Checklist schriftelijk rapporteren

Bijlage II Anova toetsen

Checklist Schriftelijk Rapporteren

Naam: _____ Klas: _____ Datum: _____

Titel verslag/rapport: _____

Nadat jij je verslag/rapport hebt gecontroleerd met behulp van deze checklist, voeg je deze toe als bijlage. Zonder de ingevulde checklist vindt er geen beoordeling plaats. De assessor controleert met deze checklist je rapport/verslag. De beoordelingscriteria die met een * zijn aangegeven, zijn de zogenaamde 'killing points'. Indien de assessor meer dan vijf 'killing points' heeft aangekruist, dien je het rapport/verslag op alle onvoldoende onderdelen te verbeteren. Voor de herbeoordeling moet je ook de oude versie inleveren. In het afstudeerwerkstuk zijn geen 'killing points' toegestaan! AANVINKEN WAT NIET IN ORDE IS!

- | | |
|---|---|
| <p>1. Het taalgebruik:</p> <ul style="list-style-type: none"> ☐ Bevat niet meer dan drie grammaticale, spel- en typefouten per duizend woorden* Bij meer dan drie fouten per duizend woorden is het rapport/verslag afgekeurd! ☐ Heeft een adequate interpunctie* ☐ Is afgestemd op de gekozen doelgroep (juiste stijl)* ☐ Laat een zakelijke en actieve schrijfstijl zien* ☐ Bevat geen persoonlijke voornaamwoorden* <p>2. Het rapport/verslag:</p> <ul style="list-style-type: none"> ☐ Is ingebonden (hard copy)* ☐ Is vrij van plagiaat* (zie onderwijsexamenregeling) <p>3. De omslag:</p> <ul style="list-style-type: none"> ☐ Bevat de titel ☐ Vermeldt de auteur(s) <p>4. De titelpagina/het titelblad:</p> <ul style="list-style-type: none"> ☐ Heeft een specifieke titel* ☐ Vermeldt de auteur(s)* ☐ Vermeldt de plaats en de datum* ☐ Vermeldt de opdrachtgever(s)* <p>5. Het voorwoord:</p> <ul style="list-style-type: none"> ☐ Bevat de persoonlijke aanleiding tot het schrijven van het rapport/verslag ☐ Bevat persoonlijke bedankjes (persoonlijke voornaamwoorden toegestaan) <p>6. De inhoudsopgave:</p> <ul style="list-style-type: none"> ☐ Vermeldt alle genummerde onderdelen van het rapport/verslag* ☐ Vermeldt de samenvatting en de bijlage(n) ☐ Is overzichtelijk ☐ Heeft een correcte paginaverwijzing <p>7. De samenvatting:</p> <ul style="list-style-type: none"> ☐ Is een verkorte versie van het gehele rapport/verslag ☐ Bevat conclusies ☐ Bevat geen persoonlijke mening ☐ Is gestructureerd ☐ Is zakelijk geschreven ☐ Staat direct na de inhoudsopgave <p>8. De inleiding (toelichting op intranet):</p> <ul style="list-style-type: none"> ☐ Is hoofdstuk 1* ☐ Beschrijft het grotere kader en aanleiding ☐ Beschrijft inhoudelijke achtergrondinformatie* ☐ Formuleert het probleem/de onderzoeksvraag* ☐ Vermeldt het doel* ☐ Bevat een leeswijzer voor het rapport/verslag* | <p>9. Materiaal en methode:</p> <ul style="list-style-type: none"> ☐ Beschrijft de gevolgde onderzoeksmethode ☐ Past bij de onderzoeksvraag/vragen* ☐ Beschrijft de variabelen/eenheden ☐ Beschrijft de methode van data-analyse <p>10. De (opmaak van de) kern:</p> <ul style="list-style-type: none"> ☐ Bestaat uit genummerde hoofdstukken en (sub)paragrafen (maximaal drie niveaus)* ☐ Deze zijn verschillend in opmaak* ☐ De hoofdstukken en (sub)paragrafen hebben een passende titel ☐ Een hoofdstuk beslaat ten minste één pagina ☐ Een nieuw hoofdstuk begint op een nieuwe pagina ☐ De zinnen lopen door (geen 'enter' binnen een alinea gebruiken) ☐ De figuren zijn (door)genummerd en hebben een passende titel (onder de figuur)* ☐ De tabellen zijn (door) genummerd en hebben een passende titel (boven de tabel)* ☐ Tabellen en figuren zijn zelfstandig te begrijpen ☐ In de tekst zijn er verwijzingen naar figuren en/of tabellen* ☐ De tekst bevat verwijzing naar de desbetreffende bijlage(n) ☐ De tekst is ook zonder verwijzingen te begrijpen ☐ De pagina's zijn genummerd* <p>11. De discussie:</p> <ul style="list-style-type: none"> ☐ Bevat een vergelijking met relevante literatuur ☐ Geeft de valide argumentatie weer ☐ Evalueert de gebruikte onderzoeksmethode ☐ Bevat een kritische reflectie op de eigen bevindingen (zie toelichting op intranet) <p>12. De conclusies en aanbevelingen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ☐ De conclusies zijn gebaseerd op relevante feiten ☐ De aanbevelingen zijn gebaseerd op relevante feiten ☐ Bevatten geen nieuwe informatie* <p>13. De bronvermelding:</p> <ul style="list-style-type: none"> ☐ In de tekst is conform de geldende APA-normen* (zie toelichting op intranet) <p>14. De literatuurlijst:</p> <ul style="list-style-type: none"> ☐ Is opgesteld conform de geldende APA-normen* (zie toelichting op intranet) <p>15. De bijlagen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ☐ Zijn genummerd ☐ Zijn voorzien van een passende titel ☐ Bevatten geen eigen analyse |
|---|---|

Bijlage II

ANOVA - totaal geboren (aantal)

Cases	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
Groep	28.08	1.00	28.08	1.55	0.22
Residual	1451.87	80.00	18.15		

Note. Type III Sum of Squares

ANOVA - big individueel (gecorrigeerd naar – 3 lichtste en zwaarste)

Cases	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
Groep	137004.02	1.00	137004.02	1.44	0.23
Residual	7.59e +6	80.00	94823.35		

Note. Type III Sum of Squares

ANOVA

groei spek

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	3,454	1	3,454	1,649	,203
Within Groups	142,389	68	2,094		
Total	145,843	69			