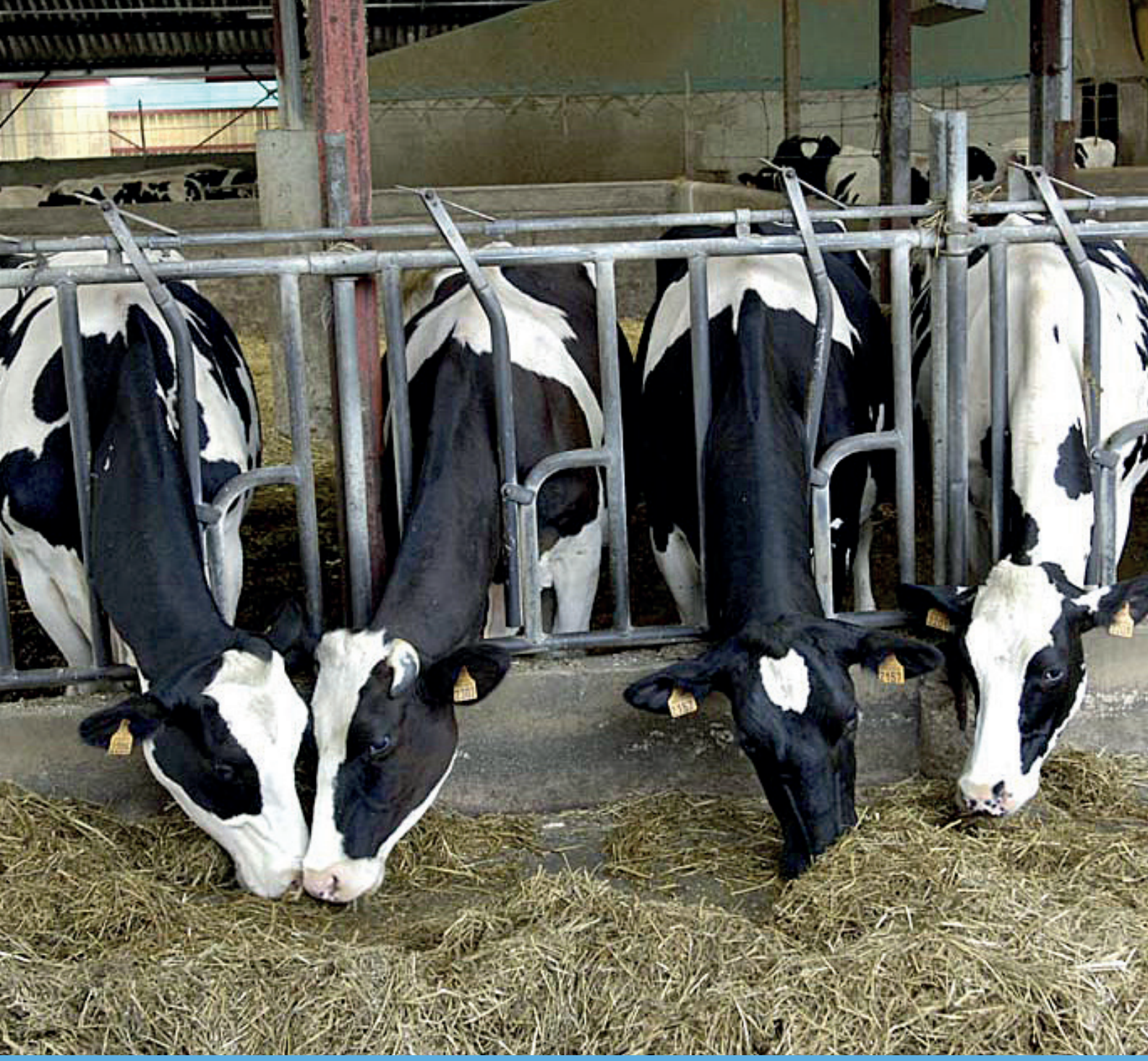


Voorspellen van de voeropname van droogstaande melkkoeien

R.L.G. Zom en J.W. van Riel

LIVESTOCK RESEARCH
WAGENINGEN UR

Voorspellen van de voeropname van droogstaande melkkoeien

R.L.G. Zom en J.W. van Riel

Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen UR Livestock Research, op basis van financiering door Productschap Zuivel.

Wageningen UR Livestock Research
Wageningen, augustus 2014

Livestock Research Report 794

LIVESTOCK RESEARCH
WAGENINGEN UR

R.l.G. Zom en J.W. van Riel, 2014. *Voorspellen van de voeropname van droogstaande melkkoeien*, Wageningen UR (University & Research centre) Livestock Research, Livestock Research Report 794.

Samenvatting
De voeropnamemodule van het Koemodel is uitgebreid met een correctiefactor waarmee de voeropnamecapaciteit van droogstaande melkkoeien kan worden geschat. Deze correctiefactor is een functie van het aantal dagen voor afkalven (t) en wordt beschreven met een exponentieel model en is afgeleid van een dataset met voeropnamegegevens van droogstaande melkkoeien. De voeropnamecapaciteit van droogstaande melkkoeien ($VOC_{DROOGSTAND}$) wordt geschat door ongecorrigeerde voeropnamecapaciteit (VOC_O) voorspeld met het koemodel te vermenigvuldigen met de correctiefactor. Tevens is een vaste correctie toegevoegd voor de depressie in voeropname op 1 en 0 dagen vóór afkalven.
$VOC_{DROOGSTAND} = VOC_O \times \{(0.8557 + 0.09515 \times (1 - e^{(-0.05813 \times t)}) - (\text{als } t<2, 0.1515,0))\}$ t= dagen voor afkalven

Summary
The feed intake module of the Dairy Cow Model is extended with an adjustment factor to predict the feed intake capacity of dairy cows in the dry period. This adjustment factor is described as a function of day before calving (t) using an exponential model. This model is derived from a dataset with data on the feed intake of dairy cows in the dry period. The feed intake capacity of dry dairy cows ($VOC_{DROOGSTAND}$) is estimated by multiplication of the uncorrected feed intake capacity (VOC_O), as predicted by the Dairy Cow Model) with the adjustment factor. In addition to that, the t model includes a fixed discount factor "correction factor", to account for the depression in feed intake 1 and 0 days before parturition.
$VOC_{DROOGSTAND} = VOC_O \times \{(0.8557 + 0.09515 \times (1 - e^{(-0.05813 \times t)}) - (\text{als } t<2, 0.1515,0))\}$

© 2014 Wageningen UR Livestock Research, Postbus 338, 6700, AH Wageningen, T 0317-48 01 86, E info.livestockresearch@wur.nl, www.wageningenUR.nl/livestockresearch. Livestock Research is onderdeel van Wageningen UR (University & Research centre).

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

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

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

Inhoud

Samenvatting **5**

1 Inleiding **7**

2 Materiaal en methoden **9**

2.1 Dataset 9
2.2 Aanpassing voeropnamemodule van het Koemodel 9

3 Resultaat en discussie **12**

4 Toepassing en conclusies **15**

Bijlage 1 REML variance components analysis **16**

Samenvatting

Het opnameniveau van energie en nutriënten tijdens de droogstand speelt waarschijnlijk een grote rol bij het optreden van metabole stoornissen rondom het afkalven. Deze metabole stoornissen rondom het afkalven hebben mogelijk ook effect op de melkproductie, gewichtsverloop, conditiescore en vruchtbaarheid tijdens de lactatie. Als gevolg van fysieke beperking en hormonale processen neemt de voeropnamecapaciteit aan het einde van de droogstand sterk af, terwijl tegelijkertijd de energiebehoefte sterk toeneemt. Met betere kwantitatieve informatie over ontwikkeling van de voeropnamecapaciteit tijdens de droogstand van de dracht is het mogelijk rantsoenen samen te stellen die de droogstaande koe beter in staat stellen voldoende energie op te nemen. Tot dusverre werd de voeropnamecapaciteit van droogstaande drachtige melkkoeien geschat door de voorspellingen van het zogenaamde "Koemodel" te extrapoleren naar de droogstandsperiode. Echter, deze extrapolatie was niet gebaseerd op onderzoeksgegevens, maar op een aantal aannames. Het extrapoleren van empirische modellen buiten de grenzen van de onderliggende datasets, zoals bij deze toepassing van het Koemodel kan leiden tot onnauwkeurige schattingen van de voeropname. Daarom is de voeropnamemodule van het Koemodel uitgebreid met correctie factoren die in een betere voorspelling voeropname van droogstaande koeien moeten resulteren. Hiervoor is een recente dataset met voeropnamegegevens van droogstaande melkkoeien is gebruikt. Volgens de systematiek van het huidige Koemodel wordt de drogestof opname geschat op basis van de voeropnamecapaciteit (VOC) van de koe en de verzadigingswaarden (VW) van de afzonderlijke voedermiddelen en de samenstelling van het rantsoen. De VOC is afhankelijk van de (fysiologische) leeftijd, het aantal dagen na afkalven, en het aantal dagen drachtig en wordt uitgedrukt in verzadigingswaarde (VW) eenheden per dag. De VW (/kg DS) van het voer geeft aan in welke mate een voedermiddel beslag legt op de VOC. De VW wordt berekend op basis samenstelling en/of verteerbaarheid van het voer. De drogestof opname wordt berekend als kg DS = VOC (VW)/VW (/kg DS). De VOC is dus gelijk aan de som van de opgenomen hoeveelheid verzadigingswaarde eenheden.
Onder invloed van dracht neemt de VOC richting het einde van de dracht sterk af. Dit is deels een gevolg van een fysieke beperking omdat het groeiende kalf meer ruimte in de buikholte van de koe inneemt, en deels een gevolg van metabole en hormonale processen. Met deze extra afname van de VOC wordt met het Koemodel geen rekening gehouden. In het kader van deze studie is deze extra afname van de VOC op het einde van de dracht gemodelleerd. Hiervoor is op basis van een dataset met gegevens van de rantsoen- en voersamenstelling en de drogestof opname van droogstaande drachtige melkkoeien de waargenomen VOC (VOC_W) berekend (VOC_W = drogestof opname (kg DS) × VW (/kg ds) van het rantsoen). Deze VOC_W is vergeleken met de (ongecorrigeerde) VOC_O volgens het Koemodel. Hierbij is de VOC_W uitgedrukt als fractie van de VOC_O (relatieve afwijking = VOC_W/VOC_O). Deze relatieve afwijking is gemodelleerd als functie van het aantal dagen voor afkalven.
In lijn met literatuurgegevens, laten de gegevens op basis van de dataset zien dat dat de VOC exponentieel afneemt tot het einde van de droogstand. In de laatste 2 dagen voor afkalven is een extra afname van de VOC waarneembaar. De VOC_W is de laatste 2 dagen voor afkalven een factor 0.15 lager ten opzichte van de VOC_O.
De praktische implicatie hiervan is dat het in algemene zin de aanbeveling verdiend om naar het einde van de droogstand toe de energiedichtheid van het rantsoen (VEM per eenheid VW) te verhogen om daarmee de energie en nutriëntenopname op peil te houden of te verhogen. Dit kan door het krachtvoerniveau te verhogen of het aandeel laagwaardige ruwvoeders (stro, beheersgras) te verlagen ten gunste van kwalitatief goede ruwvoeders (goede graskuil, snijmaïs). Door toepassing van de geschatte correctiefactoren op de voorspellingen van het Koemodel kunnen betere richtlijnen met betrekking tot de krachtvoerbijvoeding en rantsoensamenstelling voor droogstaande melkkoeien worden opgesteld.

Belangrijk is hierbij te vermelden dat de voorspelde gecorrigeerde VOC en van droge melkkoeien betrekking heeft op populatie gemiddelden (de gemiddelde koe). Daarom is het alleen mogelijk om algemene richtlijnen voor de rantsoensamenstelling en krachtvoerbijvoeding te geven. Veehouders moeten er rekening mee houden dat er een grote variatie in voeropname kan zijn tussen individuele dieren die hetzelfde rantsoen krijgen en in dezelfde fysiologische status (leeftijd, dagen na afkalven, dagen drachtig) verkeren. Ten aanzien van de preventie van metabole stoornissen moeten veehouders alert blijven op de voeropname en het voeropnamegedrag van individuele koeien.

1 Inleiding

De transitieperiode, de periode aan het einde van de droogstand en het begin van de lactatie, is een belangrijke fase in de lactatiecyclus van de melkkoe. Er is in toenemende mate bewijs dat de opname van energie en nutriënten tijdens droogstand een rol speelt bij het optreden van metabolisme stoornissen en de productiviteit en gezondheid na afkalven. Een adequate voeding van melkkoeien tijdens de droogstand is daarom essentieel bij de preventie van metabolisme stoornissen, vruchtbaarheid en voor een hoge productie na afkalven (Agenas et al., 2003; Grummer et al., 2004; Beever, 2006; Dann et al., 2006; Douglas et al., 2006)
Drachtige koeien hebben een lagere voeropnamecapaciteit (VOC) dan vergelijkbare niet-drachtige koeien. De lagere VOC van drachtige melkkoeien kan worden toegeschreven aan fysieke, metabole en hormonale regulatie van de voeropname (Ingvartsen and Andersen, 2000). De lagere VOC resulteert bij een ongewijzigd rantsoen in een lagere voeropname. De daling van de voeropname is het sterkst in de periode 1 tot 3 weken voor het afkalven (Ingvartsen and Andersen, 2000; Grummer et al., 2004). De afname van de voeropnamecapaciteit aan het einde van de dracht wordt doorgaans toegeschreven aan de grotere baarmoederinhoud waardoor het volume van het maagdarmkanaal wordt beperkt. Het gewicht en volume van de baarmoederinhoud (kalf plus maternale weefsels) neemt namelijk exponentiel toe tot het einde van de dracht. Naast deze fysieke beperking zijn er ook metabole en hormonale regulatiemechanismen die de voeropname tijdens de dracht beïnvloeden. Dit blijkt uit het gegeven dat de voercapaciteit reeds begint af te nemen vanaf het moment dat het dier drachtig is geworden. Op dat moment kan er nog geen sprake zijn van een fysieke beperking van de voeropname (Ingvartsen and Andersen, 2000). Na 7 maanden dracht, op het moment van droogzetten, is de voeropnamecapaciteit van een drachtige koe ongeveer 7% lager dan van een vergelijkbare niet-drachtige koe van de dezelfde leeftijd en in hetzelfde lactatiestadium (Ingvartsen, 1992; Zom et al., 2012b). Vanaf 3 weken voor afkalven neemt de voeropnamecapaciteit steeds sterker af. Uit een literatuurstudie met gegevens uit de Verenigde Staten blijkt dat in de laatste week van de dracht de vrijwillige voeropname 20-40% is gedaald ten opzichte van 3 weken voor afkalven (Hayirli and Grummer, 2004). De sterk dalende voeropname heeft tot gevolg dat ook de energie en nutriëntenopname daalt, terwijl energiebehoefte aan het einde van de dracht met 20% toeneemt. Dit heeft tot gevolg dat melkkoeien reeds voor het afkalven in een negatieve energiebalans kunnen verkeren. Een sterk negatieve energiebalans resulteert in mobilisatie van lichaamsvet met als gevolg een verhoogde kans op leververvetting (Grummer, 1995). Leververvetting wordt vaak in verband gebracht met andere gezondheidsproblemen (melkziekte, lebmaag verplaatsing, acetonaemie), reproductiestoornissen en uierproblemen (mastitis, zucht, uieroedeem) die rondom het afkalven optreden (Grummer et al., 2004). Tussen deze multifactoriële aandoeningen bestaat geen duidelijk direct oorzaak-gevolg relatie. Maar de aanwijzingen zijn sterk dat in een complex van factoren die deze aandoeningen veroorzaken voeropname, nutriëntenvoorziening en (negatieve) energiebalans een belangrijke rol spelen (Grummer et al., 2004).
Op basis hiervan kan worden geconcludeerd dat maximaliseren van de drogestof opname en verminderen van de negatieve energiebalans kan bijdragen aan minimaliseren van aandoeningen rondom het afkalven. Hoewel het oplossen van problemen rondom het afkalven ingewikkelder is dan simpelweg de voeropname stimuleren is het een veilige aanname om te streven naar een zo hoog mogelijke constante drogestof opname rondom het afkalven (Grummer et al., 2004). De energie en nutriëntenopname tijdens de droogstand heeft niet alleen een effect op het optreden van metabole stoornissen rondom het afkalven maar heeft mogelijk ook effect op de melkproductie, gewichtsverloop, conditiescore en vruchtbaarheid tijdens de aansluitende (Agenas et al., 2003; Beever, 2006; Dann et al., 2006; Douglas et al., 2006).
Om een hoge en constante voeropname te realiseren en rantsoenen te kunnen samenstellen met voldoende energie en nutriënten is het noodzakelijk om inzicht te hebben in het verloop van de voeropname aan het einde van de dracht, en welke factoren van invloed zijn op het verloop van de voeropname. Modellen kunnen een goed hulpmiddel zijn bij het samenstellen van rantsoenen van melkkoeien en het plannen en ontwikkelen van voerstrategieën. Er zijn weinig modellen beschikbaar voor het schatten van de voeropname van droge melkkoeien. Hayirli et al. (2003) ontwikkelde

exponentiële modellen voor de schatting van de drogestof opname (uitgedrukt in % van het lichaamsgewicht; %LW) van eerste en oudere kalfskoeien als functie van het aantal dagen voor afkalven. Tevens hebben Hayirli et al. (2003) correctiefactoren geschat die de drogestof opname (%LW) corrigeren voor de gehalten aan NDF, ruw eiwit, pensafbreekbaar eiwit (RDP), pensbestendig eiwit (RUP) en ruw vet in het rantsoen. De effecten van RDP en RUP gehalte waren klein ten opzichte van het effect van NDF gehalte. Bovendien waren de verschillen in RDP en RUP gehalte het gevolg van het gebruik van andere rantsoeningrediënten, en kunnen daardoor ook het gevolg zijn geweest van verschil in smakelijkheid (Grummer et al., 2004). Dewhurst et al. (2010) hebben lineaire regressiemodellen afgeleid waarmee de drogestof opname (%LW) werd geschat op basis van de "body condition score" (BCS) en het NDF gehalte van rantsoenen zonder krachtvoer. Het effect van BCS op de voeropname werd naar het einde van de dracht kleiner, hetgeen mogelijk een gevolg is veranderingen in de metabole regulatie van de voeropname vlak voor het afkalven (Dewhurst et al., 2010). Deze modellen geven aan dat zowel dier- als voerfactoren belangrijke factoren zijn voor de schatting van de voeropname. Echter, deze modellen hebben als nadeel dat het gewicht van het dier bekend moet zijn om de voeropname te berekenen. Echter, bij strategische toepassing van deze modellen, zoals het samenstellen van rantsoenen en vergelijken van verschillende voerstrategieën, is op het moment van voorspelling het gewicht (en conditiescore) nog niet bekend. Een ander nadeel van deze modellen is dat ze niet aansluiten bij de Nederlandse systematiek van voederwaardering (bijvoorbeeld de invoerparameters zoals RDP en RUP gehalte) en het bestaande verzadigingswaarde systeem dat wordt gebruikt voor de voorspelling van de voeropname van melkgevende koeien.
In Nederland wordt de voeropname van melkgevende koeien geschat met het Koemodel op basis van de VOC van de koe en de verzadigingswaarde (VW) van het voer, uitgedrukt in verzadigingswaarde per kg drogestof (VW/kg DS) (Zom et al., 2012b). Voor melkgevende melkkoeien geeft het model goede en robuuste voorspellingen van de drogestof opname van verschillende rantsoenen (Zom et al., 2012a). Echter, omdat dit model uitsluitend is gebaseerd op gegevens van melkgevende koeien, is het in principe ook alleen bestemd voor de schatting van de drogestof opname van deze diergroep. Om toch een schatting te maken van de drogestof opname van droogstaande melkkoeien is tot op heden gekozen voor extrapolatie van de modelvoorspellingen voor melkgevende koeien naar de droogstand. Hierbij is tevens de aanname gedaan dat de voeropnamecapaciteit in de laatste twee weken lineair afneemt tot het niveau van de voeropnamecapaciteit op dag 1 van de lactatie. Echter, het extrapoleren van deze empirische modellen buiten de grenzen van de onderliggende datasets, zoals in dit geval het toepassen van het model bij droogstaande koeien, kan leiden tot foutieve schattingen. Voor een betrouwbaardere schatting van de voeropname van droogstaande melkkoeien is het wenselijk dat hiervoor een nieuw model wordt ontwikkeld. Een goede omstandigheid is dat in het melkveevoedingsonderzoek meer aandacht is gekomen voor de voeding van de koe in de transitieperiode. Hierdoor zijn essentiële datasets met voeropnamegegevens van droogstaande melkkoeien beschikbaar gekomen. Deze gegevens kunnen worden benut voor het kalibratie van een voeropname model voor droogstaande melkkoeien. Het doel van deze studie is het ontwikkelen van een model dat de voeropname van droogstaande melkkoeien voorspeld, en dat aansluit bij de bestaande systematiek van voorspelling van de voeropname bij melkkoeien.

2 Materiaal en methoden

2.1 Dataset

De dataset was gebaseerd op 1011 waarnemingen van individuele koeien en deze data zijn afkomstig van recente voederproeven uitgevoerd door Wageningen UR Livestock Research (niet gepubliceerde gegevens; Zom et al., 2011; Mach et al., 2013). De individuele opname van ruwvoer en ruwvoermengsels werd geregistreerd met automatische voerweegbakken. De bezettingsgraad van de voerbakken varieerde met het aantal koeien in de behandelingsgroepen tot maximaal 2 koeien per bak. Het ruwvoer bestond uit graskuil en mengsels van graskuil en snijmaïs of graskuil, snijmaïs, stro, sojaschroot, zout en mineralen. Krachtvoer dat naast het basisrantsoen werd verstrekt, werd individueel gevoerd met krachtvoerautomaten. Een onbeperkte voeropname werd gerealiseerd door op ieder moment van de dag een voldoende hoeveelheid kwalitatief goed voer beschikbaar te hebben. Dit werd bereikt door een voerrest van tenminste 5% van de verse hoeveelheid voer die was verstrekt. Vers voer werd dagelijks verstrekt en voerresten werden dagelijks verwijderd.
De verzadigingswaarde van de gebruikte voedermiddelen werd berekend met voerspecifieke formules. De voerfactoren in deze formules zijn, afhankelijk van het voedermiddel, droge stof, ruw eiwit, ruwe celstof, verteerbare organische stof (Zom et al., 2012b). De verzadigingswaarde van het totale rantsoen $VW_{totale\ rantsoen} = \Sigma VW_i \times p_i$, waarin VW_i de verzadigingswaarde van voerdermiddel *i* is en p_i de proportie van voerdermiddel in het rantsoen. Tabel 1 geeft een overzicht van de diergegevens en voeropname.

Tabel 1
Samenvatting van de dataset (1011 waarnemingen)

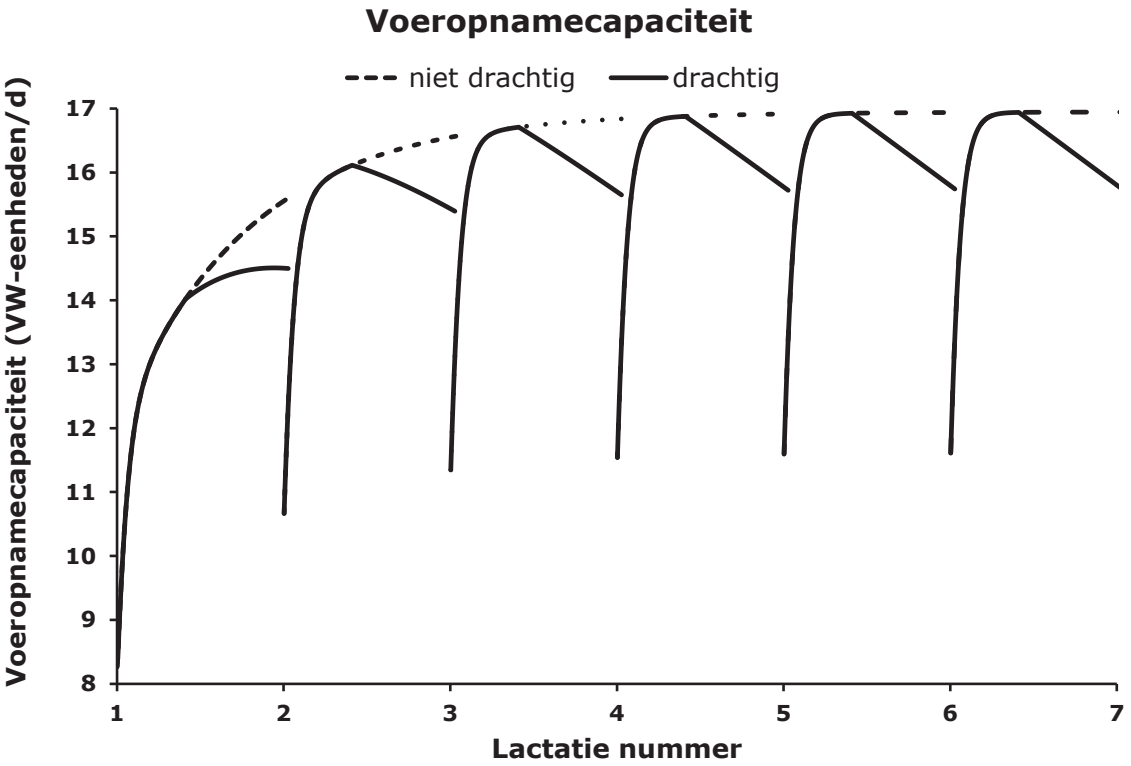
	Gemiddeld	Minimum	Maximum
Lactatienummer	2.2	1	6
Dagen drachtig	262	227	288
Dagen na afkalven	411	297	654
Dagen vóór afkalven	17	0	48
Dag van conceptie (dagen na afkalving)	48	148	374
Voeropname capaciteit VW(/dag)	13.4	0.2	31.1
Ruwvoeropname (kg DS/dag)	12.0	0.1	28.0
Krachtvoeropname (kg DS/dag)	0.4	0.0	2.0

[1] Waargenomen voeropnamecapaciteit VOC_W, berekend als $VW_{totale\ rantsoen} = \Sigma VW_i \times p_i$, waarin VW_i

2.2 Aanpassing voeropnamemodule van het Koemodel

Uitgangspunt bij het voorspellen van de voeropname van droogstaande melkkoeien is een aanpassing van de voeropnamemodule van het Koemodel van (Zom et al., 2012b) door middel van correctiefactoren. De voeropnamemodule van het Koemodel is een empirisch model dat de voeropname schat op basis van voer- en diergerelateerde factoren. De diergerelateerde factoren bepalen de VOC (voeropnamecapaciteit) van de koe. De VOC wordt uitgedrukt in verzadigingswaarde-eenheden. De VOC is afhankelijk van lactatienummer, dagen na afkalven (lactatiestadium) van de fysiologische status van de koe. De fysiologische status is geparameteriseerd op basis van het lactatienummer, het aantal dagen na afkalven en het aantal dagen drachtig. Het verloop van de voeropnamecapaciteit tijdens de zoals wordt beschreven met de voeropnamemodule van het Koemodel is weergegeven in Figuur 1. Vanaf conceptie neemt de VOC van een drachtige koe ten opzichte van een niet drachtige koe lineair met een factor 0.00031 per dag af. Daarmee is aan het einde van de lactatie, op dag 220 van de dracht (8 weken voor afkalven) de VOC een factor 0.069 lager dan van een niet-drachtige koe. Echter, literatuurgegevens laten zien dat de voeropname aan het einde van de dracht niet lineair maar exponentieel afneemt (Ingvartsen and Andersen, 2000; Grummer et al., 2004; Hayirli and Grummer, 2004). Het is te verwachten dat de voeropnamemodule van het Koemodel met uitsluitend de lineaire factor voor drachtstadium de VOC aan het einde van de

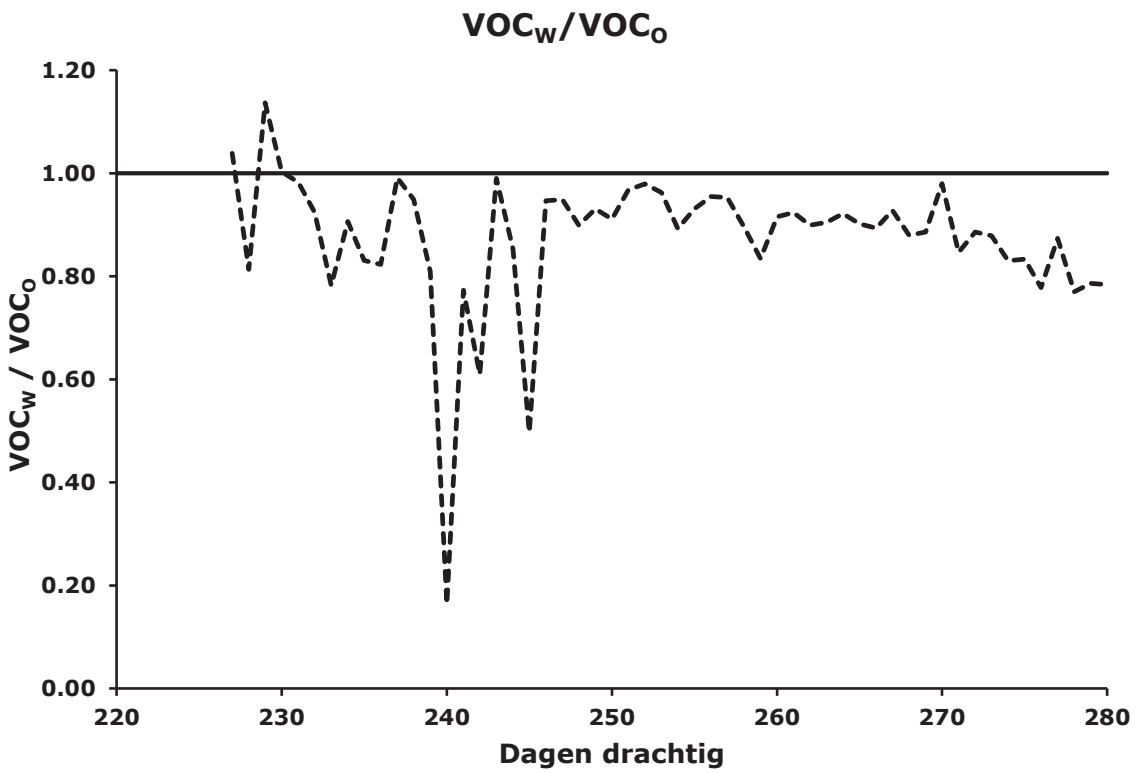
dracht zal overschatten. Dit kan worden opgelost door uitbreiding van het voeropnamemodule van het Koemodel met een correctiefactor die exponentiële afname van de VOC tijdens de droogstand beschrijft.



Figuur 1

Verloop voeropnamecapaciteit (Y-as) (verzadigingswaarde eenheden per dag) tijdens opeenvolgende lactatienummers (X-as) gedurende opeenvolgende lactaties (exclusief de droogstandsperiode). De doorgetrokken geeft de voeropnamecapaciteit van een drachtige koe weer, de onderbroken lijn geeft de voeropnamecapaciteit weer van een niet-drachtige koe.

Als referentiewaarde voor de VOC is voor alle koeien in de dataset de ongecorrigeerde voeropnamecapaciteit (VOC_O) berekend op basis van de formules van de voeropnamemodule in het Koemodel (Zom et al., 2012b). Vervolgens is voor alle koeien in de dataset de waargenomen voeropnamecapaciteit (VOC_W) berekend. De VOC_W is gelijk aan de som van de hoeveelheid opgenomen VW-eenheden per dag. Derhalve is de $VOC_W = \sum p_i \times VW_i$(/kg ds)×DSO(kg ds), waarin p_i het porportie van voer *i* in het rantsoen, VW verzadigingswaarde van voer *i* en DSO de totale drogestof opname. Deze VOC_W is vergeleken met de (ongecorrigeerde) VOC_O volgens het Koemodel. Hierbij is de VOC_W uitgedrukt als fractie van de VOC_O (relatieve afwijking = VOC_W/VOC_O).
Het verloop van de relatieve afwijking van de VOC (VOC_W/VOC_O) is geschat met de exponentiele curve in de REML procedure van Genstat.
De correctie op de VOC_O wordt beschreven met een exponentieel model $Y_t = C + \alpha1 \times (1 - e^{(-\alpha2 \times t)})$.
Hierin Y_t = de relatieve afwijking van de VOC op dag *t* voor afkalven, C = de constante, α1 is de niveau parameter (relatieve afwijking op dag van afkalven), α2 is de snelheidsparameter van verandering van de relatieve afwijking, *t* is het aantal dagen voor afkalven.



Figuur 2

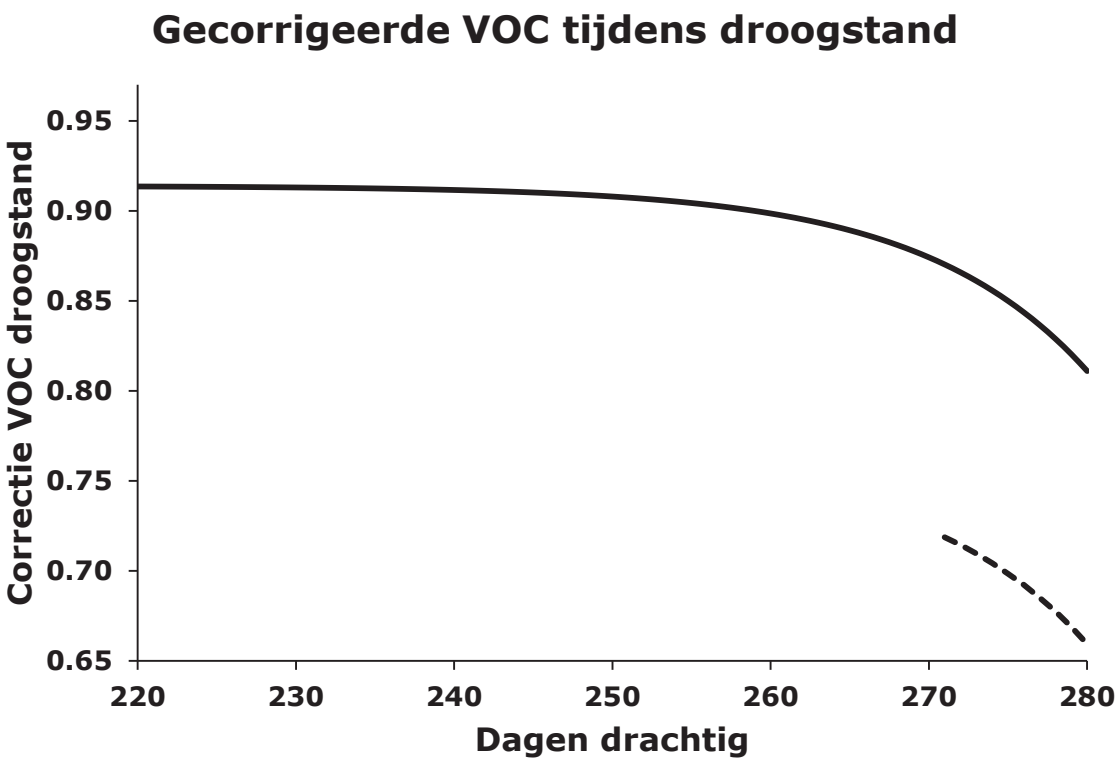
De onderbroken lijn geeft het verloop van relatieve afwijking tussen de waargenomen voeropnamecapaciteit (VOC_W) en de ongecorrigeerde voeropnamecapaciteit (VOC_O). Waarden kleiner en groter dan 1 geven aan dat de VOC_O de VOC van droogstaande koeien respectievelijk over- en onderschat.

3 Resultaat en discussie

In Figuur 2, is het verloop tussen de verhouding tussen VOC_W en VOC_O afgezet tegen het aantal dagen drachtig. De figuur laat zien dat rond dag 240-250 van de dracht een grote variatie in de ratio tussen VOC_W en VOC_O optreedt. Dit wordt veroorzaakt door een aantal dieren die een lagere voeropname realiseren. Hoewel niet gedocumenteerd, is dit mogelijk gerelateerd aan een overgang naar een andere groepsindeling (overgang van far-off naar close-up groep). Uit de literatuur is bekend dat een verandering van de samenstelling van diergroepen kan resulteren in een tijdelijk lagere voeropname (Bøe and Faerevik, 2003).

Bij het modeleren van de correctie op de VOC bleek dag 1 en dag 0 vóór afkalven sterk afwijkend te zijn. Op dag 1 en 0 vóór afkalven trad een extra daling van de voeropname op. Hiervoor is een vaste factor geschat, omdat continue modellering niet mogelijk was vanwege strengeling met het drachtstadium. Deze extra daling is aangeduid als "afkalfdip". Het uiteindelijke model voor de correctie op de VOC_O is: $Y_t = 0.8557 + 0.09515 \times (1 - e^{(-0.05813 \times t)})$- (als t<2, 0.1515)
De VOC van droogstaande melkkoeien wordt berekend volgens:
$VOC_{DROOGSTAND} = VOC_O \times \{(0.8557 + 0.09515 \times (1 - e(-0.05813 \times t))$- (als t<2, 0.1515))}

Tot ca. 30 dagen voor afkalven heeft de VOC een vlak verloop waarna de VOC exponentieel afneemt. De afname van de VOC tijdens de droogstand kan goed worden beschreven met een exponentieel model. Een exponentiële afname van de voeropname (%LW), vanaf 21 dagen voor afkalven wordt ook gevonden door (Hayirli et al., 2003).
Figuur 3 laat zien dat de $VOC_{DROOGSTAND}$ vanaf het moment van droogzetten ongeveer een factor 0.086 lager is dan de VOC_O. Dit houdt mogelijk verband met een lichte overschatting van de VOC_O op basis van het Koemodel. Onderzoek naar de nauwkeurigheid van de voeropnamemodule van het Koemodel liet namelijk zien dat, boven 40 weken lactatie, dit model een overschatting van de drogestof opname geeft (Zom et al., 2012a). Bij het optreden van de waargenomen afkalfdip spelen mogelijk meerdere factoren een rol. Een mogelijke verklaring is dat het in gang zetten van het geboorteproces een dusdanig effect op koe heeft dat dit resulteert in een extra daling van de voeropname. Daarnaast kunnen mogelijke andere factoren een rol spelen, zoals het verplaatsen van het dier naar een aparte afkalfstal. De aard van deze studie geeft geen fysiologische verklaring voor het optreden van deze afkalfdip. Literatuurgegevens laten zien dat de voeropname het dieptepunt bereikt rond de dag van afkalven (Bremmer et al., 1999; Ingvartsen and Andersen, 2000; Hayirli et al., 2003).
Lactatienummer en de interacties met lactatienummer waren niet significant en zijn daarom niet in het model opgenomen. Dit betekent dat de mate waarin de VOC aan het einde van de dracht afneemt niet afhankelijk is van het lactatienummer.



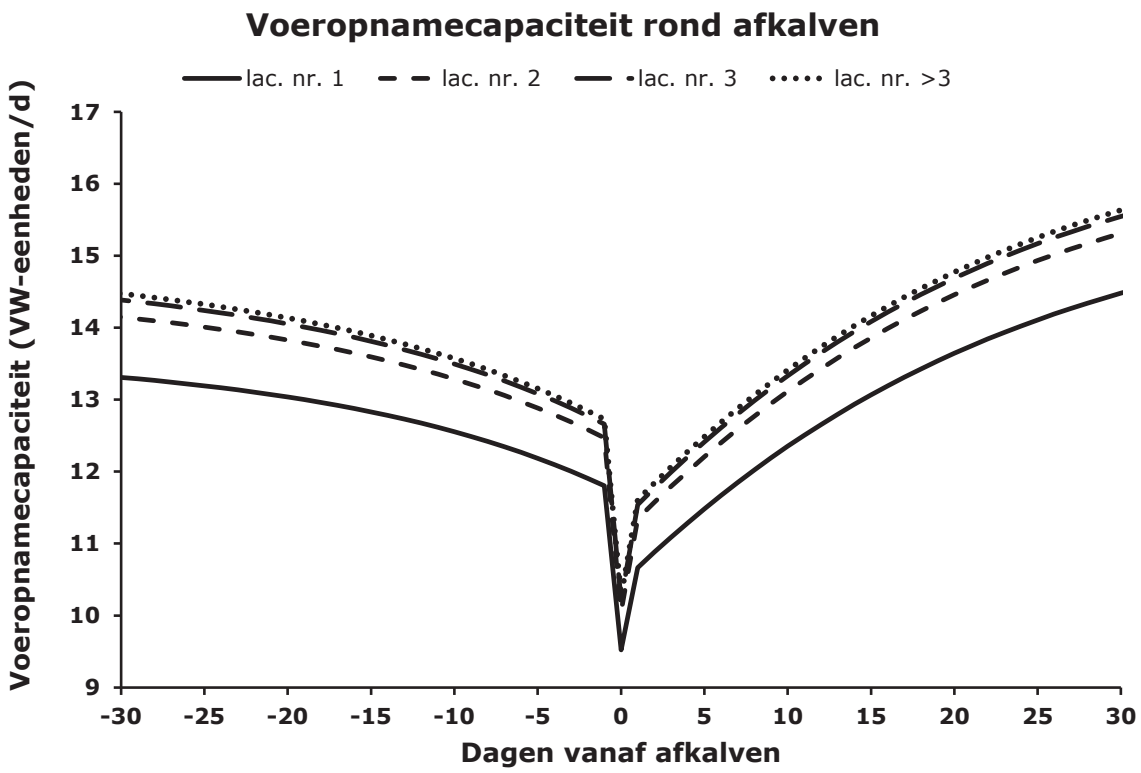
Figuur 3

Verloop van de voeropnamecapaciteit (VOC) gecorrigeerd voor dagen voor afkalven. De ononderbroken lijn geeft de correctie op de VOC weer volgens het exponentiële model $Y_t = 0.8557 + 0.09515 \times (1 - e^{(-0.05813 \times t)})$*, met t het aantal dagen voor afkalven (t = 274-dagen drachtig). De onderbroken lijn geeft de "afkalfdip" de extra afname van de VOC op dag 1 en 0 vóór afkalven. De afkalfdip is een constante van -0.1515*

Tabel 2

De voeropnamecapaciteit VOC (verzadigingswaarde eenheden/dag) gecorrigeerd voor stadium van de dracht

Lactatienummer	1	2	3	>3
Droogstands fase				
60 tot 30 dagen voor afkalven	13.5	14.4	14.7	14.8
30 tot 23 dagen voor afkalven	13.2	14.0	14.3	14.4
22 tot 16 dagen voor afkalven	13.0	13.8	14.0	14.1
15 tot 9 dagen voor afkalven	12.7	13.4	13.6	13.7
8 tot 2 dagen voor afkalven	12.2	12.9	13.1	13.1
1 dag voor afkalven	11.8	12.5	12.7	12.7
Dag van afkalven	9.5	10.1	10.2	10.3



Figuur 4

Het verloop voor dracht gecorrigeerde voeropname capaciteit (VOC) rondom (+/- 30 dagen) afkalven

4 Toepassing en conclusies

De voeropnamecapaciteit van melkkoeien neemt af naar mate de droogstand vordert. De voeropname capaciteit is het laagst op de dag van afkalven. De afname van de voeropnamecapaciteit tijdens de droogstand verloopt exponentieel. Ten opzichte van 2 maanden voor afkalven is de voeropnamecapaciteit twee dagen voor het afkalven met ca. 11% verminderd. De laatste twee dagen van de droogstand komt daar een extra daling van de voeropnamecapaciteit bovenop. Deze "afkalfdip" bedraagt ongeveer 15%.
Met deze uitbreiding van het Koemodel kan een schatting worden gegeven voor voeropname tijdens de droogstand. Met deze informatie kunnen rantsoenen worden samengesteld waarmee aan de energie en nutriëntenbehoefte van droogstaande melkkoeien kan worden voldaan. Ook kan het model worden gebruikt voor strategische doeleinden zoals het vergelijken van de effecten van verschillende rantsoensamentellingen en voerstrategieën op de voer- en nutriëntenopname van melkkoeien in de droogstandsperiode. Veehouders dienen er rekening mee te houden dat er tussen dieren een grote individuele variatie in voeropname bestaat.

Bijlage 1 REML variance components analysis

REML variance components analysis

Response variate: RATIO+(alphaN*dalphaN)
Fixed model: Constant + dalphaN + falphaN + afkalfdip
Random model: fKOE
Number of units: 1011

Residual term has been added to model

Sparse algorithm with AI optimisation
Covariates not centred

Estimated variance components

Random term	component	s.e.
fKOE	0.01360	0.00302

Residual variance model

Term	Factor	Model(order)	Parameter	Estimate	s.e.
Residual		Identity	Sigma2	0.0337	0.00157

Tests for fixed effects

Sequentially adding terms to fixed model

Fixed term	Wald statistic	n.d.f.	F statistic	d.d.f.	F pr
dalphaN	149.65	1	149.65	964.3	<0.001
falphaN	9.99	1	9.99	983.9	0.002
afkalfdip	23.55	1	23.55	961.3	<0.001

Dropping individual terms from full fixed model

Fixed term	Wald statistic	n.d.f.	F statistic	d.d.f.	F pr
dalphaN	4.76	1	4.76	964.3	0.029
falphaN	5.11	1	5.11	983.9	0.024
afkalfdip	23.55	1	23.55	961.3	<0.001

Message: denominator degrees of freedom for approximate F-tests are calculated using algebraic derivatives ignoring fixed/boundary/singular variance parameters.

Table of effects for Constant

0.8557 Standard error: 0.01883

Table of effects for dalphaN

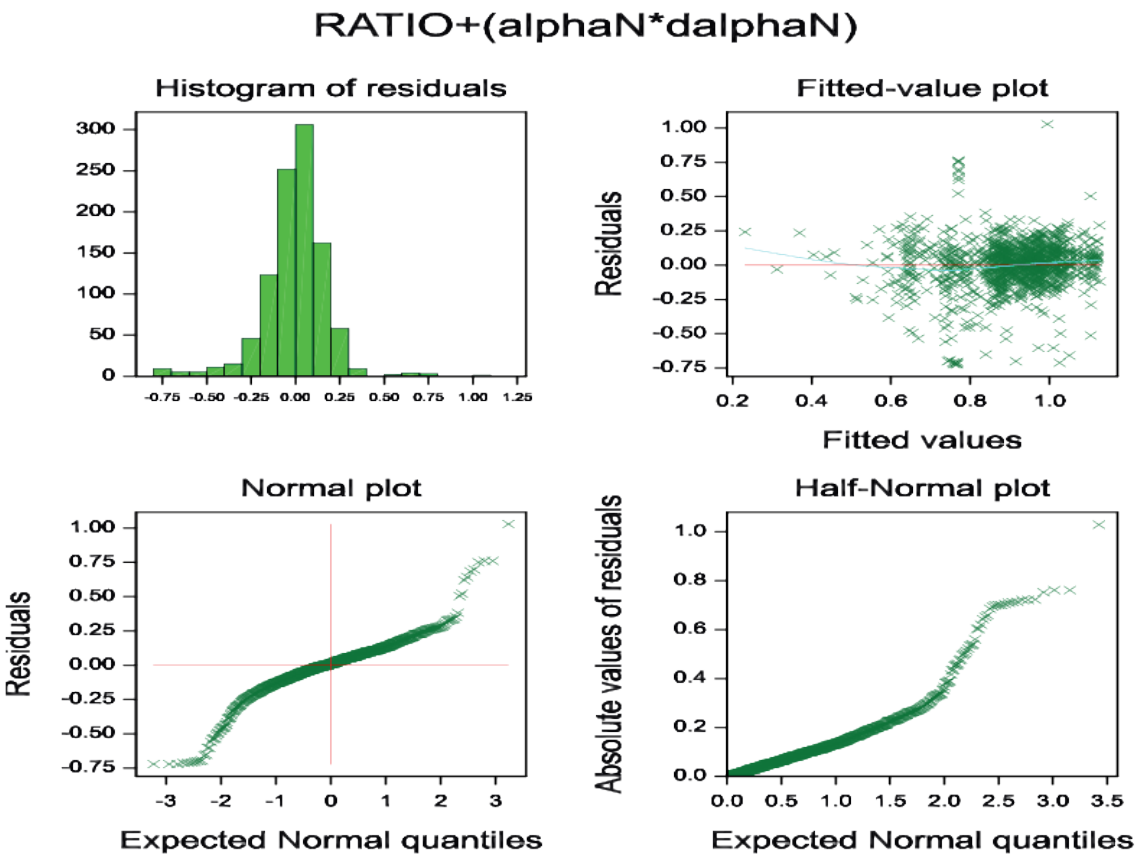
0.09515 Standard error: 0.043622

Table of effects for falphaN

0.05813 Standard error: 0.025724

Table of effects for afkalfdip

-0.1551 Standard error: 0.03196



Wageningen UR Livestock Research
Postbus 6338
6708 AH Wageningen
T 0317-48 01 86
info.livestockresearch@wur.nl
www.wageningenUR.nl/livestockresearch

Livestock Research Report 794

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

De missie van Wageningen UR (University & Research centre) is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen UR bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van stichting DLO en Wageningen University hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.000 medewerkers en 9.000 studenten behoort Wageningen UR wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

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

Wageningen UR Livestock Research
Postbus 338
6700 AH Wageningen
T 0317 480 10 77
E info.livestockresearch@wur.nl
www.wageningenUR.nl/livestockresearch

Livestock Research Rapport 794

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

De missie van Wageningen UR (University & Research centre) is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen UR bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van stichting DLO en Wageningen University hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.000 medewerkers en 9.000 studenten behoort Wageningen UR wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.