



Documentatierapport Koemodel

R.L.G. Zom



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Documentatierapport Koemodel

De werking van het koemodel samengevat

R.L.G. Zom

Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen Livestock Research, in opdracht van en gefinancierd door het Ministerie van Economische Zaken, in het kader van het Beleidsondersteunend onderzoek thema 'Kennis voor beleid' (projectnummer BO-20-004-112)

Wageningen Livestock Research
Wageningen, december 2016

Rapport 1005

Dit rapport is gratis te downloaden op <http://dx.doi.org/10.18174/402525> of op www.wur.nl/livestock-research (onder Wageningen Livestock Research publicaties).

© 2016 Wageningen Livestock Research
Postbus 338, 6700 AH Wageningen, T 0317 48 39 53, E info.livestockresearch@wur.nl,
www.wur.nl/livestock-research. Wageningen Livestock Research is onderdeel van Wageningen University & Research.

Wageningen 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 onderzoeksoopdrachten zijn de Algemene Voorwaarden van de Animal Sciences Group van toepassing. Deze zijn gedeponereerd bij de Arrondissementsrechtbank Zwolle.

Inhoud

1	Het Koemodel	5
1.1	Achtergrond	5
	1.1.1 Algemeen	5
	1.1.2 Wetenschappelijke borging	5
1.2	Toepassing van het Koemodel	5
1.3	Voorspellen van de voeropname	6
	1.3.1 Basisprincipe van voeropname schatting	6
	1.3.2 Verzadigingswaarde	6
	1.3.3 Voeropnamecapaciteit	6
	1.3.4 Nauwkeurigheid van de voeropnameschatting	6
1.4	Voorspellen van de meetmelkproductie en verandering van lichaamsreserves	7
	1.4.1 Energieverdelingsmodel	7
1.5	Het Koemodel	8
	Literatuur	9

1 Het Koemodel

1.1 Achtergrond

1.1.1 Algemeen

Het Koemodel is ontwikkeld door Wageningen Livestock Research om vanuit dier- en voerkenmerken de voeropname en de melkproductie te kunnen schatten. Daarmee is in de behoefte voorzien om de effecten van verschillende voersamenstelling en rantsoensamenstelling (ingrediënten van het rantsoen), de demografie van de melkveestapel (leeftijdsopbouw), lactatie en drachtstadium op de voeropname en meetmelkproductie te schatten. Het Koemodel is ontwikkeld als een rekenmodel voor veehouders, adviseurs, het onderwijs en beleidsmakers. Toegepast op individuele melkveehouderij-bedrijven kan het model verschillende voerstrategieën en rantsoensamenstellingen toetsen op hun haalbaarheid, daarnaast kan het model worden gebruikt voor het optimaliseren van de samenstelling van melkveerantsoenen. evens is het mogelijk om (gelijktijdig) de effecten van de leeftijdsopbouw van een veestapel op de voeropname en meetmelkproductie te berekenen. Hierdoor is het model geschikt om voor individuele bedrijven na te gaan of de gerealiseerde voeropname en melkproductie met elkaar in overeenstemming zijn. Deze toepassing is verder ontwikkeld voor de NVWA als een controle instrument

1.1.2 Wetenschappelijke borging

De ontwikkeling van het model en de nauwkeurigheid van de modelschattingen zijn via wetenschappelijke publicaties vastgelegd en in het proefschrift getiteld "The development of a model for the prediction of feed intake and energy partitioning in dairy cows" dat met succes is verdedigd op 2 september 2014.

1.2 Toepassing van het Koemodel

Het Koemodel is opgebouwd uit twee modules, een voeropname model en een model dat de verdeling van de opgenomen energie over melkproductie en verschillende levens functies beschrijft. Met het Koemodel kan de voeropname (in kg droge stof (DS) perdag) en meetmelkproductie (in kg FPCM perdag) van de melkveestapel op een bedrijf worden voorspeld op basis van voerkenmerken van individuele voerpartijen in het rantsoen (de samenstelling van de voerpartijen in het rantsoen) en dierkenmerken van individuele dieren in de veestapel (lactatienummer, lactatie- en drachtstadium) De voerkenmerken betreffen de samenstelling van individuele voerpartijen en de dierkenmerken betreffen het lactatienummer, lactatie- en drachtstadium van individuele dieren.

Het voeropnamemodel binnen het Koemodel is gekalibreerd op basis van de resultaten van wetenschappelijke experimenten die door Wageningen Livestock Research zijn uitgevoerd in de periode 1996 tot en met 2010. Het betreft 38.515 weekgemiddelden van de voeropname, lactatienummer, dagen in lactatie en dagen drachtig van 1.507 individuele Nederlandse Holstein Friesian met daarbij de gegevens van de rantsoensamenstelling en de samenstelling afzonderlijke voedermiddelen in het rantsoen (Zom, 2014).

1.3 Voorspellen van de voeropname

1.3.1 Basisprincipe van voeropname schatting

Het voeropnamemodel van het Koemodel is gebaseerd op het principe van de zogenaamde “fill-unit” of vulwaardesystemen. Vulwaardesystemen hebben als gemeenschappelijk kenmerk dat de voeropname wordt geschat op basis van enerzijds de voerkenmerken uitgedrukt in de “fill-unit” of vulwaarde per kg droge stof (DS) en anderzijds de voeropnamecapaciteit (VOC) uitgedrukt in “fill” of vulwaarde per dag. De DS opname (DSO inkg DS perdag) wordt dan berekend als volgt:

$$\text{DSO (kg/dag)} = \text{VOC (fill/dag)} / \text{Fill (fill-units/kg DS)}.$$

Fill-unit of vulwaardesystemen hebben als voordeel dat ze geschikt zijn voor een grote verscheidenheid aan verschillende rantsoenen en rantsoensamenstellingen (Zom, 2014).

1.3.2 Verzendingswaarde

In het Koemodel wordt de fill-unit of of vulwaarde uitgedrukt in “verzendingswaarde eenheden”. De verzadigingswaarde wordt geschat op basis van droge stofgehalte, ruw eiwit gehalte, ruwe celstofgehalte, en/of verteerbare organische stof. Deze voerfactoren kunnen direct of indirect worden gelinkt aan verteerbaarheid, volume van het voer, smakelijkheid en andere factoren die een rol spelen bij de fysieke en metabole regulatie van voeropname. De verzadigingswaarde geeft aan in welke mate het voer beslag legt op de voeropnamecapaciteit van de koe. Een hoge verzadigingswaarde betekent dat een voedermiddel veel beslag legt op de voeropnamecapaciteit. Een hoge verzadigingswaarde resulteert dus in een lagere opname.

Voor verschillende voedermiddelen zoals, krachtvoer(grondstoffen), snijmais, maiskolvensilage (MKS) weidegras, graskuil, klaverkuil, luzernekuil, gehele planten silage van granen (graan-GPS), voederbieten, ingekuilde bietenperspulp en geplette tarwe en natte bijproducten zijn afzonderlijke formules voor de verzadigingswaarde afgeleid. Er is binnen ruwvoervoersoorten een positieve correlatie tussen de netto energiewaarde in voedereenheid melk (VEM) en de verzadigingswaarde. De reden voor die correlatie ligt voor een deel in het feit dat beide voerkenmerken worden afgeleid van het ruw eiwitgehalte, ruwe celstofgehalte, organische stofgehalte en de verteerbaarheid van die componenten.

1.3.3 Voeropnamecapaciteit

De voeropnamecapaciteit geeft aan hoeveel verzadigingswaarde een koe kan opnemen. De voeropnamecapaciteit is afhankelijk van de fysiologische status van de koe. De fysiologische status van de koe wordt bepaald door het lactatienummer (leeftijd), het stadium van de lactatie (dagen na afkalven) en dracht (dagen drachtig) (Zom, et al. 2012a; Zom 2014). Omdat binnen één ras of diertype de voeropnamecapaciteit niet is gerelateerd aan de melkproductie of het gewicht van de koe is het mogelijk om het voeropnamemodel te combineren met een model dat de productie van melkkoeien kan voorspellen. Het Koemodel is ontworpen op basis van gegevens voor Holstein-Friesian (HF) koeien. Tussen rassen bestaan echter verschillen in voeropnamecapaciteit en melkproductie. Voor de belangrijkste rassen zoals MRIJ, FH, Jersey, en Montebeliarde wordt in het Koemodel gebruik gemaakt van lineaire schaalfactoren, zodat het koemodel ook voor deze rassen gebruikt kan worden (Zom, 2014). Deze schaalfactoren zijn afgeleid uit wetenschappelijk onderzoek van Dillon et al. (2003) en Oldenbroek (1989).

1.3.4 Nauwkeurigheid van de voeropnameschatting

Op basis van een onafhankelijke dataset met de gegevens van 6 voederproeven met 8.974 week gemiddelden van de voeropname van 348 koeien is de voorspelnauwkeurigheid van het voeropnamemodel onderzocht en vergeleken met andere voeropnamemodellen (Zom et al., 2012b). De voeropnamemodule van het Koemodel was in vergelijking met andere voeropnamemodellen het meest nauwkeurig met de laagste gemiddelde afwijking, de kleinste mean square prediction error

(MSPE), mean prediction error (MPE) en relatieve prediction error (RPE) (Zom et al. 2014). De resultaten gaven aan dat nauwkeurige schatting van de voeropname mogelijk is zonder melkproductie of gewicht als verklarende variabelen (Zom et al. 2012b).

1.4 Voorspellen van de meetmelkproductie en verandering van lichaamsreserves

1.4.1 Energieverdelingsmodel

Uit de voeropname die is voorspeld met het voeropnamemodel en het netto energie gehalte (VEM) van het rantsoen wordt de energieopname berekend:

VEM opname = Opname (kg DS) × VEM/kg DS.

Het energieverdelingsmodel, een module van het Koemodel, beschrijft de verdeling van de opgenomen netto energie (VEM) naar melkproductie (meetmelk in kg FPCM), lichaamsreserves (aanzet en mobilisatie), onderhoud, ontwikkelingsgroei en dracht.

Het energieverdelingsmodel is gekalibreerd op basis van een dataset bestaande uit de 20.467 weekgemiddelden van energieopname melkproductie, gewicht, lactatienummer, dagen in lactatie en dagen drachtig van 1.294 HF koeien afkomstig van 26 voederproeven (Zom, 2014).

Het energieverdelingsmodel beschrijft het verloop van de netto energie in melk in meetmelkproductie, de mobilisatie van lichaamsreserves, de aanzet van lichaamsreserves en de energiebehoefte voor onderhoud, dracht en ontwikkelingsgroei. Dat gebeurt voor opeenvolgende lactaties van de gemiddelde koe in de populatie. Deze gemiddelde koe is gedefinieerd als de referentiekoe.

De optelling van de energiebehoefte voor meetmelk, mobilisatie van lichaamsreserves, aanzet van lichaamsreserves en de afwijking in energieopname van een individuele koe ten opzichte van de referentiekoe wordt gebruikt om de afwijkingen in meetmelkproductie van die individuele koe ten opzichte van de referentiekoe te schatten. Neemt een willekeurige individuele koe meer energie op dan de referentiekoe, dan zal dat resulteren in een hogere voorspelde meetmelkproductie en tevens in een verminderde mobilisatie vanuit het lichaam (bij een energiebalans <0), of een hogere aanzet van lichaamsreserves (bij een energiebalans ≥0) ten opzichte van de referentiekoe. Wanneer een koe minder energie opneemt dan de referentiekoe, dan zal dat resulteren in een lagere voorspelde meetmelkproductie en tevens in een hogere mobilisatie vanuit het lichaam (bij een energiebalans <0), of een geringere lichaamsaanzet bij een energie balans ≥0) dan bij de referentiekoe.

De hoeveelheid energie die naar melkproductie en lichaamsreserves wordt gestuurd is afhankelijk van de fysiologische status van de koe (Bauman and Currie, 1980). De fysiologische status van de koe kan worden gerelateerd aan het lactatienummer (leeftijd), lactatiestadium en dracht. Bij hogere lactatienummers (oudere koeien) wordt een groter deel van de opgenomen energie richting melkproductie gestuurd. Dit komt omdat deze oudere koeien minder energie nodig hebben voor groei. Bovendien hebben oudere koeien een grotere hoeveelheid lichaamsreserves die zij kunnen aanwenden (mobiliseren) voor melkproductie. Naarmate de lactatie vordert wordt een steeds kleiner deel van de opgenomen energie naar melkproductie gestuurd. Dit komt omdat in het begin van de lactatie de koe eerst lichaamsreserves mobiliseert. Deze lichaamsreserves worden later in de lactatie weer hersteld. Bij drachtige koeien gaat een geringer deel van de opgenomen energie naar melkproductie dan bij niet-drachtige koeien, omdat ook energie nodig is voor dracht.

Een vergelijking van de resultaten van modelsimulaties met de energieverdelingsmodule van het Koemodel met literatuurgegevens (Zom, 2014) liet zien dat het energieverdelingsmodel in staat is om realistische voorspellingen van de energieverdeling te geven.

1.5 Het Koemodel

Het voeropnamemodel en het energieverdelingsmodel zijn gecombineerd in het Koemodel. De energieopname voorspeld met het voeropnamemodel wordt gebruikt als een invoer voor het energieverdelingsmodel. Het Koemodel geeft op dag-basis voorspellingen van de voer- en energieopname en de verdeling van de opgenomen hoeveelheid energie over meetmelkproductie en lichaamsreserves.

Om na te gaan of het model een realistische beschrijving geeft van de effecten van voeropname op de productie zijn voor verschillende rantsoenen simulaties uitgevoerd. Hierbij werden verschillende krachtvoerniveaus en strategieën voor het verdelen van krachtvoer en ruwvoer over een lactatie gesimuleerd voor drachtige en niet-drachtige koeien, van verschillende leeftijd. Deze simulaties toonden aan dat het Koemodel in staat is om de interacties tussen koe-effecten (lactatienummer, lactatiestadium, dracht) en voerstrategieën (krachtvoerniveau, verdeling van ruw en krachtvoer over de lactatie) te beschrijven (Zom, 2014). De gesimuleerde effecten van krachtvoeropname en voerstrategie op de meetmelkproductie kwamen overeen met gegevens in de literatuur. Validatie met externe gegevens liet zien dat de droge stofopname en meetmelkproductie met een goede nauwkeurigheid werden voorspeld, met een kleine relatieve voorspelfout (Zom, 2014). Het Koemodel is daarom geschikt als hulpmiddel voor het ondersteunen van strategische beslissingen op het melkveebedrijf, voor het samenstellen van rantsoenen en evaluatie van lange termijn voer- en managementstrategieën (Zom, 2014).

Het Koemodel kan worden toegepast op een grote diversiteit aan rantsoenen, voer- en managementomstandigheden (verschillende bedrijfstypen). Het Koemodel is in staat om realistische patronen van het verloop van de voeropnamecapaciteit, meetmelkproductie en hoeveelheid lichaamsreserves gedurende de lactatie te genereren. Deze patronen kunnen fysiologisch worden verklaard op basis van metabole en hormonale veranderingen die optreden als functie van het lactatiestadium, drachtigheid en fysiologische leeftijd (zogenaamde homeorhetische controle mechanismen) (Zom, 2014).

Literatuur

Bauman, D.E. and Currie, W.B. (1980). Partitioning of nutrients during pregnancy and lactation - A review of mechanisms involving homeostatis and homeorhesis. *J. Dairy Sci.* 63, 1514-1529.

Dillon, P., et al. (2003). "A comparison of different dairy cow breeds on a seasonal grass-based system of milk production 1. Milk production, live weight, body condition score and DM intake." *Livestock Production Science* 83(1): 21-33.

Oldenbroek, J. K. (1989). "Parity effects on feed-intake and feed-efficiency in 4 dairy breeds fed ad libitum 2 different diets." *Livestock Production Science* 21(2): 115-129.

Zom, R. L. G., et al. (2012a). "Development of a model for the prediction of feed intake by dairy cows: 1. Prediction of feed intake." *Livestock Science* 143(1)

Zom, R. L. G., et al. (2012b). "Development of a model for the prediction of feed intake by dairy cows 2. Evaluation of prediction accuracy." *Livestock Science* 143(1): 58-69.

Zom, R.L.G. (2014) The development of a model for the prediction of feed intake and energy partitioning in dairy cows. PhD thesis Wageningen University

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



Wageningen Livestock Research
P.O. Box 338
6700 AH Wageningen
The Netherlands
T +31 (0)317 48 39 53
E info.livestockresearch@wur.nl
www.wur.nl/livestock-research

Together with our clients, we integrate scientific know-how and practical experience to develop livestock concepts for the 21st century. With our expertise on innovative livestock systems, nutrition, welfare, genetics and environmental impact of livestock farming and our state-of-the art research facilities, such as Dairy Campus and Swine Innovation Centre Sterksel, we support our customers to find solutions for current and future challenges.

The mission of Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Within Wageningen University, nine specialised research institutes of the DLO Foundation have joined forces with Wageningen University to help answer the most important questions in the domain of healthy food and living environment. With approximately 30 locations, 6,000 members of staff and 10,000 students, Wageningen University is one of the leading organisations in its domain worldwide. The integral approach to problems and the cooperation between the various disciplines are at the heart of the unique Wageningen Approach.

